سلسلۂ نصابِ علمیۂ جامعۂ عثمانیہ

طبیعیات

حصۂ ششم

برق

بربنائے فزکس گریگوری اینڈ ھڈلے

انٹرمیڈیئٹ کے لئے

مترجمۂ

چودھری برکت علی صاحب بی۔ایس سی (علیگ)

اسسٹنٹ پروفیسر کیمیا۔ عثمانیہ کالج

۱۳۳۹ھ م ۱۳۳۰ف م ۱۹۲۱ء

مطبوعۂ دارالطبع سرکارِ عالی حیدرآباد دکن

مُقدّمہ

دنیا میں ہر قوم کی زندگی میں ایک ایسا زمانہ آتا ہے جب کہ اُس کے قوائے ذہنی میں انحطاط کے آثار نمودار ہونے لگتے ہیں، ایجاد و اختراع اور غور و فکر کا مادّہ تقریباً مفقود ہو جاتا ہے، تخیل کی پرواز اور نظر کی جولانی تنگ اور محدود ہو جاتی ہے، علم کا دار و مدار چند رسمی باتوں اور تقلید پر رہ جاتا ہے۔ اُس وقت قوم یا تو بیکار اور مردہ ہو جاتی ہے یا سنبھلنے کے لئے یہ لازم ہوتا ہے کہ وہ دوسری ترقی یافتہ اقوام کا اثر قبول کرے۔ تاریخ عالم کے ہر دَور میں اس کی شہادتیں موجود ہیں۔ خود ہمارے دیکھتے دیکھتے جاپان پر یہی گذری اور یہی حالت اب ہندوستان کی ہے۔

جس طرح کوئی شخص دوسرے بنی نوع انسان سے قطعِ تعلق کرکے تنہا اور الگ تھلگ نہیں رہ سکتا اور اگر رہے تو پنپ

نہیں سکتا اسی طرح یہ بھی ممکن نہیں کہ کوئی قوم دیگر اقوام عالم سے بے نیاز ہو کر پھولے پھلے اور ترقی پائے۔ جس طرح ہوا کے جھونکے اور ادنیٰ پرندوں اور کیڑے مکوڑوں کے اثر سے وہ مقامات تک ہرے بھرے رہتے ہیں جہاں انسان کی دسترس نہیں اسی طرح انسانوں اور قوموں کے اثر بھی ایک دوسرے تک اڑ کر پہنچتے ہیں۔ جس طرح **یونان** کا اثر روم اور دیگر اقوام **یورپ** پر پڑا جس طرح **عرب** نے **عجم** کو اور **عجم** نے **عرب** کو اپنا فیض پہنچایا، جس طرح اسلام نے **یورپ** میں تاریکی اور جہالت کو مٹا کر علم کی روشنی پہنچائی اسی طرح آج ہم بھی بہت سی باتوں میں مغرب کے محتاج ہیں۔ یہ قانون عالم ہے جو یوں ہی جاری رہا اور جاری رہیگا۔

"دئے سے دیا یوں ہی جلتا رہا ہے"

جب کسی قوم کی نوبت یہاں تک پہنچ جاتی ہے اور وہ آگے قدم بڑھانے کی سعی کرتی ہے تو ادبیات کے میدان میں پہلی منزل **ترجمہ** ہوتی ہے۔ اس لئے کہ جب قوم میں جدت اور اپج نہیں رہی تو ظاہر ہے کہ اس کی تصانیف معمولی، ادھوری، کم مایہ اور ادنیٰ ہونگی۔ اُس وقت قوم کی بڑی خدمت یہی ہے کہ ترجمہ کے ذریعہ سے دنیا کی اعلیٰ درجہ کی تصانیف اپنی زبان میں لائی جائیں۔ یہی ترجمے خیالات میں تغیر اور معلومات میں اضافہ کریں گے، جمود کو توڑیں گے اور قوم میں ایک نئی حرکت پیدا کریں گے اور پھر آخر یہی ترجمے تصنیف و تالیف

کے جدید اسلوب اور ڈھنگ سمجھائیں گے۔ ایسے وقت میں ترجمہ تصنیف سے زیادہ قابل قدر، زیادہ مفید اور زیادہ فیض رساں ہوتا ہے۔

اسی اصول کی بنا پر جب عثمانیہ یونیورسٹی کی تجویز پیش ہوئی تو ہز اگزالٹڈ ہائینس رستم دوراں ارسطوئے زماں سپہ سالار آصف جاہ مظفر الممالک نظام الملک نظام الدولہ نواب میر عثمان علیخان بہادر فتح جنگ جی۔سی۔اس۔آئی۔جی۔سی۔بی۔ای۔والی حیدرآباد دکن خلد اللہ ملکہ و سلطنتہ نے جن کی علمی قدر دانی اور علمی سرپرستی اس زمانہ میں احیائے علوم کے حق میں آب حیات کا کام کر رہی ہے، بہ تقاضائے مصلحت و دوربینی سب سے اول سررشتۂ تالیف و ترجمہ کے قیام کی منظوری عطا فرمائی، جو نہ صرف یونیورسٹی کے لئے نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کریگا بلکہ ملک میں نشر و اشاعت علوم و فنون کا کام بھی انجام دیگا۔ اگرچہ اس سے قبل بھی یہ کام ہندوستان کے مختلف مقامات میں تھوڑا تھوڑا انجام پایا مثلاً فورٹ ولیم کالج کلکتہ میں زیر نگرانی ڈاکٹر گلکرسٹ، دہلی سوسائٹی میں، انجمن پنجاب میں زیر نگرانی ڈاکٹر لائٹنر و کرنل ہالرائڈ، علی گڑھ سائنٹفک انسٹیوٹ میں جس کی بنا سر سیّد احمد خاں مرحوم نے ڈالی۔ مگر یہ کوششیں سب وقتی اور عارضی تھیں۔ نہ اُنکے پاس کافی سرمایہ اور سامان تھا نہ اُنہیں یہ موقع حاصل تھا

اور نہ انہیں اعلیٰحضرت و اقدس جیسے علم پرور فرمانروا کی سرپرستی کا شرف حاصل تھا۔ یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو علوم و فنون سے مالا مال کرنے کے لئے باقاعدہ اور مستقل کوشش کی گئی ہے۔ اور یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو یہ رتبہ ملا ہے کہ وہ اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار پائی ہے۔ احیائے علوم کے لئے جو کام آگسٹس نے رومہ میں' خلافت عباسیہ میں ہارون الرّشید و مامون الرّشید نے ہسپانیہ میں عبدالرحمٰن ثالث نے' بکرماجیت و اکبر نے ہندوستان میں' الفرڈ نے انگلستان میں' پیٹر اعظم و کیتھرائن نے روس میں اور مُت شی ہٹو نے جاپان میں کیا' وہی فرمانروائے دولت آصفیہ نے اس ملک کے لئے کیا۔ اعلیٰحضرت واقدس کا یہ کارنامہ ہندوستان کی علمی تاریخ میں ہمیشہ فخر و مباہات کے ساتھ ذکر کیا جائیگا۔

منجملہ اُن اسباب کے جو قومی ترقی کا موجب ہوتے ہیں ایک بڑا سبب زبان کی تکمیل ہے۔ جس قدر جو قوم زیادہ ترقی یافتہ ہے اُسی قدر اُس کی زبان وسیع اور اس میں نازک خیالات اور علمی مطالب کے ادا کرنے کی زیادہ صلاحیت ہوتی ہے، اور جس قدر جس قوم کی زبان محدود ہوتی ہے اُسی قدر تہذیب و شایستگی بلکہ انسانیت میں اس کا درجہ کم ہوتا ہے۔ چنانچہ وحشی اقوام میں الفاظ کا ذخیرہ بہت ہی کم پایا گیا ہے۔ علمائے فلسفہ و علم اللسان نے یہ ثابت کیا ہے کہ زبان' خیال اور

خیال، زبان ہے اور ایک مدت کے بعد اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ انسانی دماغ کے صحیح تاریخی ارتقا کا علم، زبان کی تاریخ کے مطالعہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ الفاظ ہمیں سوچنے میں ویسی ہی مدد دیتے ہیں جیسی آنکھیں دیکھنے میں۔ اس لئے زبان کی ترقی درحقیقت عقل کی ترقی ہے۔

علم ادب اسی قدر وسیع ہے جس قدر حیاتِ انسانی۔ اور اس کا اثر زندگی کے ہر شعبہ پر پڑتا ہے۔ وہ نہ صرف انسان کی ذہنی، معاشرتی، سیاسی ترقی میں مدد دیتا، اور نظر میں وسعت، دماغ میں روشنی، دلوں میں حرکت اور خیالات میں تغیر پیدا کرتا ہے بلکہ قوموں کے بنانے میں ایک قوی آلہ ہے۔ قومیت کے لئے ہم خیالی شرط ہے اور ہم خیالی کے لئے ہم زبانی لازم۔ گویا یک زبانی قومیت کا شیرازہ ہے جو اسے منتشر ہونے سے بچائے رکھتا ہے۔ ایک زمانہ تھا جب کہ مسلمان اقطاع عالم میں پھیلے ہوئے تھے لیکن اُن کے علم ادب اور زبان نے انہیں ہر جگہ ایک کر رکھا تھا۔ اس زمانے میں انگریز ایک دنیا پر چھائے ہوئے ہیں لیکن باوجود بُعدِ مسافت و اختلافِ حالات یک زبانی کی بدولت قومیت کے ایک سلسلے میں منسلک ہیں، زبان میں جادو کا سا اثر ہے اور صرف افراد ہی پر نہیں بلکہ اقوام پر بھی اُس کا وہی تسلط ہے۔

یہی وجہ ہے کہ تعلیم کا صحیح اور فطرتی ذریعہ اپنی ہی زبان ہو سکتی ہے۔ اس امر کو اعلیٰحضرت واقدس نے

پہچانا اور جامعۂ عثمانیہ کی بنیاد ڈالی ۔ جامعۂ عثمانیہ ہندوستان میں پہلی یونیورسٹی ہے جس میں ابتدا سے انتہا تک ذریعۂ تعلیم ایک دیسی زبان ہوگا ۔ اور یہ زبان اردو ہوگی ۔ ایک ایسے ملک میں جہاں ”بھانت بھانت کی بولیاں“ بولی جاتی ہیں، جہاں ہر صوبہ ایک نیا عالم ہے، صرف اردو ہی ایک عام اور مشترک زبان ہو سکتی ہے ۔ یہ اہل ہند کے میل جول سے پیدا ہوئی اور اب بھی یہی اس فرض کو انجام دیگی ۔ یہ اس کے خمیر اور وضع و ترکیب میں ہے ۔ اس لئے یہی تعلیم اور تبادلہ خیالات کا واسطہ بن سکتی اور قومی زبان کا دعوے کر سکتی ہے ۔

جب تعلیم کا ذریعہ اردو قرار دیا گیا تو یہ کھلا اعتراض تھا کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کتابوں کا ذخیرہ کہاں ہے اور ساتھ ہی یہ بھی کہا جاتا تھا کہ اردو میں یہ صلاحیت ہی نہیں کہ اس میں علوم و فنون کی اعلیٰ تعلیم ہو سکے ۔ یہ صحیح ہے کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کافی ذخیرہ نہیں ۔ اور اردو ہی پر کیا منحصر ہے، ہندوستان کی کسی زبان میں بھی نہیں ۔ یہ طلب و رسد کا عام مسئلہ ہے ۔ جب مانگ ہی نہ تھی تو رسد کہاں سے آتی ۔ جب ضرورت ہی نہ تھی تو کتابیں کیونکر مہیا ہوتیں ۔ ہماری اعلیٰ تعلیم غیر زبان میں ہوتی تھی، تو علوم و فنون کا ذخیرہ ہماری زبان میں کہاں سے آتا ۔ ضرورت ایجاد کی ماں ہے ۔ اب ضرورت محسوس ہوئی ہے تو کتابیں بھی

مہیا ہو جائیں گی۔ اسی کمی کو پورا کرنے اور اسی ضرورت کو رفع کرنے کے لئے **سررشتۂ تالیف و ترجمہ** قائم کیا گیا۔ یہ صحیح نہیں ہے کہ اردو زبان میں اس کی صلاحیت نہیں۔ اس کے لئے کسی دلیل و برہان کی ضرورت نہیں۔ **سررشتۂ تالیف و ترجمہ** کا وجود اس کا شافی جواب ہے۔ یہ سررشتہ یہی کام کر رہا ہے۔ کتابیں تالیف و ترجمہ ہو رہی ہیں اور چند روز میں **عثمانیہ یونیورسٹی کالج** کے طالب علموں کے ہاتھوں میں ہونگی اور رفتہ رفتہ عام شائقینِ علم تک پہنچ جائیں گی۔

لیکن اس میں سب سے کٹھن اور سنگلاخ مرحلہ وضع اصطلاحات کا تھا۔ اس میں بہت کچھ اختلاف اور بحث کی گنجائش ہے۔ اس بارے میں ایک مدت کے تجربہ اور کامل غور و فکر اور مشورہ کے بعد میری یہ رائے قرار پائی ہے کہ تنہا نہ تو ماہرِ علم صحیح طور سے اصطلاحات وضع کر سکتا ہے اور نہ ماہرِ لسان۔ ایک کو دوسرے کی ضرورت ہے۔ اور ایک کی کمی دوسرا پورا کرتا ہے۔ اس لئے اس اہم کام کو صحیح طور سے انجام دینے کے لئے یہ ضروری ہے کہ دونوں یک جا جمع کئے جائیں تاکہ وہ ایک دوسرے کے مشورہ اور مدد سے ایسی اصطلاحیں بنائیں جو نہ اہل علم کو ناگوار ہوں نہ اہل زبان کو۔ چنانچہ اسی اصول پر ہم نے وضع اصطلاحات کے لئے ایک ایسی مجلس بنائی جس میں دونوں جماعتوں کے اصحاب شریک ہیں۔ علاوہ اِن کے

ہم نے اُن اہلِ علم سے بھی مشورہ کیا جو اس کی خاص اہلیت رکھتے ہیں اور بُعدِ مسافت کی وجہ سے ہماری مجلس میں شریک نہیں ہو سکتے ۔ اس میں شک نہیں کہ بعض الفاظ غیر مانوس معلوم ہوں گے اور اہلِ زبان انہیں دیکھ کر ناک بھوں چڑھائیں گے ۔ لیکن اس سے گزیر نہیں ۔ ہمیں بعض ایسے علوم سے واسطہ ہے جن کی ہوا تک ہماری زبان کو نہیں لگی۔ ایسی صورت میں سوائے اس کے چارہ نہیں کہ جب ہماری زبان کے موجودہ الفاظ خاص خاص مفہوم کے ادا کرنے سے قاصر ہوں تو ہم جدید الفاظ وضع کریں ۔ لیکن اس کے یہ معنی نہیں ہیں کہ ہم نے محض ٹالنے کے لئے زبردستی الفاظ گھڑ کر رکھ دئے ہیں، بلکہ جس نہج پر اب تک الفاظ بنتے چلے آئے ہیں اور جن اصولِ ترکیب و اشتقاق پر اب تک ہماری زبان کاربند رہی ہے، اس کی پوری پابندی ہم نے کی ہے ۔ ہم نے اُس وقت تک کسی لفظ کے بنانے کی جرأت نہیں کی جب تک اُسی قسم کی متعدّد مثالیں ہمارے پیشِ نظر نہ رہی ہوں ۔ ہماری رائے میں جدید الفاظ کے وضع کرنے کی اس سے بہتر اور صحیح کوئی صورت نہیں۔ اب اگر کوئی لفظ غیر مانوس یا اجنبی معلوم ہو تو اس میں ہمارا قصور نہیں ۔ جو زبان زیادہ تر شعر و شاعری اور قصص تک محدود ہو، وہاں ایسا ہونا کچھ تعجب کی بات نہیں ۔ جس ملک سے ایجاد و اختراع کا مادّہ سلب ہو گیا ہو جہاں لوگ نئی چیزوں کے بنانے اور دیکھنے کے عادی نہ ہوں، وہاں جدید الفاظ کا

غیر مانوس اور اجنبی معلوم ہونا موجب حیرت نہیں۔ الفاظ کی حالت بھی انسانوں کی سی ہے۔ اجنبی شخص بھی رفتہ رفتہ مانوس ہو جاتے ہیں۔ اول اول الفاظ کا بھی یہی حال ہے۔ استعمال آہستہ آہستہ غیر مانوس کو مانوس کر دیتا ہے اور صحت و غیر صحت کا فیصلہ زمانہ کے ہاتھ میں ہوتا ہے۔ ہمارا فرض یہ ہے کہ لفظ تجویز کرتے وقت ہر پہلو پر کامل غور کر لیں، آئندہ چل کر اگر وہ استعمال اور زمانہ کی کسوٹی پر پورا اترا تو خود ٹکسالی ہو جائیگا اور اپنی جگہ آپ پیدا کرلیگا۔ علاوہ اس کے جو الفاظ پیش کئے گئے ہیں وہ الہامی نہیں کہ جن میں ردّ و بدل نہ ہو سکے، بلکہ **فرہنگِ اصطلاحاتِ عثمانیہ** جو زیر ترتیب ہے پہلے اس کا مسودہ اہل علم کی خدمت میں پیش کیا جائے گا اور جہاں تک ممکن ہو گا اس کی اصلاح میں کوئی دقیقہ فروگذاشت نہیں کیا جائے گا۔

لیکن ہماری مشکلات صرف **اصطلاحات علمیہ** تک ہی محدود نہیں ہیں۔ ہمیں ایک ایسی زبان سے ترجمہ کرنا پڑتا ہے جو ہمارے لئے بالکل اجنبی ہے، اس میں اور ہماری زبان میں کسی قسم کا کوئی رشتہ یا تعلق نہیں۔ اس کا طرز بیان، ادائے مطلب کے اسلوب، محاورات وغیرہ بالکل جدا ہیں۔ جو الفاظ اور جملے انگریزی زبان میں بالکل معمولی اور روز مرہ کے استعمال میں آتے ہیں، اُن کا ترجمہ جب ہم اپنی زبان میں کرنے بیٹھتے ہیں تو سخت دشواری پیش آتی ہے۔ ان تمام دشواریوں پر

غالب آنے کے لئے مترجم کو کیسا کچھ خونِ جگر کھانا نہیں پڑتا۔ ترجمہ کا کام، جیسا کہ عموماً خیال کیا جاتا ہے، کچھ آسان کام نہیں ہے۔ بہت خاک چھاننی پڑتی ہے تب کہیں گوہر مقصود ہاتھ آتا ہے +

اس سررشتہ کا کام صرف یہی نہ ہوگا (اگرچہ یہ اس کا فرضِ اولین ہے) کہ وہ نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کرے، بلکہ اس کے علاوہ وہ ہر علم پر متعدّد اور کثرت سے کتابیں تالیف و ترجمہ کرائے گا، تاکہ لوگوں میں علم کا شوق بڑھے، ملک میں روشنی پھیلے، خیالات و قلوب پر اثر پیدا ہو، جہالت کا استیصال ہو۔ جہالت کے معنی اب لاعلمی ہی کے نہیں بلکہ اس میں افلاس، کم ہمتی، تنگ دلی، کوتہ نظری، بے غیرتی، بد اخلاقی سب کچھ آجاتا ہے۔ جہالت کا مقابلہ کرکے اسے پس پا کرنا سب سے بڑا کام ہے۔ انسانی دماغ کی ترقی علم کی ترقی ہے۔ انسانی ترقی کی تاریخ علم کی اشاعت و ترقی کی تاریخ ہے۔ ابتدائے آفرینش سے اس وقت تک انسان نے جو کچھ کیا ہے، اگر اس پر ایک وسیع نظر ڈالی جائے تو نتیجہ یہ نکلے گا کہ جوں جوں علم میں اضافہ ہوتا گیا، پچھلی غلطیوں کی صحت ہوتی گئی، تاریکی گھٹتی گئی، روشنی بڑھتی گئی، انسان میدانِ ترقی میں قدم آگے بڑھاتا گیا۔ اسی مقدس فرض کے ادا کرنے کے لئے یہ سررشتہ قائم کیا گیا ہے اور وہ اپنی بساط کے موافق اس کے انجام دینے میں کوتاہی نہ کرے گا۔

لیکن غلطی، تحقیق و جستجو کی گھات میں لگی رہتی ہے۔ ادب کا

کامل ذوق سلیم ہر ایک کو نصیب نہیں ہوتا۔ بڑے بڑے نقّاد اور مبصّر فاش غلطیاں کر جاتے ہیں۔ لیکن اس سے ان کے کام پر حرف نہیں آتا۔ غلطی ترقی کے مانع نہیں ہے، بلکہ وہ صحت کی طرف رہنمائی کرتی ہے۔ پچھلوں کی بھول چوک آنے والے مسافر کو رستہ بھٹکنے سے بچا دیتی ہے۔ ایک جاپانی ماہر تعلیم (بیرن کی کوچی) نے اپنے ملک کا تعلیمی حال لکھتے ہوئے اس صحیح کیفیت کا ذکر کیا ہے جو ہونہار اور ترقی کرنے والے افراد اور اقوام پر گزرتی ہے۔

"ہم نے بہت سے تجربے کئے اور بہت سی ناکامیاں اور غلطیاں ہوئیں، لیکن ہم نے ان سے نئے سبق سیکھے اور فائدہ اٹھایا۔ رفتہ رفتہ ہمیں اپنے ملک کی تعلیمی ضروریات اور امکانات کا صحیح اور بہتر علم ہوتا گیا اور ایسے تعلیمی طریقے معلوم ہوتے گئے جو ہمارے اہل وطن کے لئے زیادہ موزوں تھے۔ ابھی بہت سے ایسے مسائل ہیں جو ہمیں حل کرنے ہیں، بہت سی ایسی اصلاحیں ہیں جو ہمیں عمل میں لانی ہیں، ہم نے اب تک کوشش کی اور ابھی کوشش کر رہے ہیں اور مختلف طریقوں کی برائیاں اور بھلائیاں دریافت کرنے کے درپے ہیں، تاکہ اپنے ملک کے فائدے کے لئے اچھی باتوں کو اختیار کریں اور رواج دیں اور برائیوں سے بچیں۔"
اس لئے جو حضرات ہمارے کام پر تنقیدی نظر ڈالیں انہیں وقت کی تنگی، کام کا ہجوم اور اس کی اہمیت اور ہماری مشکلات پیش نظر رکھنی چاہئیں۔ یہ پہلی سعی ہے اور پہلی سعی میں کچھ نہ کچھ خامیاں

ضرور رہ جاتی ہیں، لیکن آگے چل کر یہی خامیاں ہماری رہنما بنیں گی اور پختگی اور اصلاح تک پہنچائیں گی۔ یہ نقش اول ہے نقش ثانی اس سے بہتر ہوگا۔ ضرورت کا احساس علم کا شوق، حقیقت کی لگن، صحت کی ٹوہ، جد و جہد کی رسائی خود بخود ترقی کے مدارج طے کرلے گی۔

جاپانی بڑے فخر سے یہ کہتے ہیں کہ ہم نے تیس چالیس سال کے عرصے میں وہ کچھ کر دکھایا جس کے انجام دینے میں یورپ کو اتنی ہی صدیاں صرف کرنی پڑیں۔ کیا کوئی دن ایسا آئے گا کہ ہم بھی یہ کہنے کے قابل ہوں گے؟ ہم نے پہلی شرط پوری کردی ہے یعنی بیجا قیود سے آزاد ہوکر اپنی زبان کو اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار دیا ہے۔ لوگ ابھی ہمارے کام کو تذبذب کی نگاہ سے دیکھ رہے ہیں اور ہماری زبان کی قابلیت کی طرف مشتبہ نظریں ڈال رہے ہیں۔ لیکن وہ دن آنے والا ہے کہ اس ذرّے کا بھی ستارہ چمکے گا، یہ زبان علم و حکمت سے مالا مال ہوگی اور **اعلیٰحضرت واقدس** کی نظر کیمیا اثر کی بدولت یہ دنیا کی مہذب و شایستہ زبانوں کی ہمسری کا دعوے کرے گی۔ اگرچہ اُس وقت ہماری سعی اور محنت حقیر معلوم ہوگی، مگر یہی شامِ غربت صبحِ وطن کی آمد کی خبر دے رہی ہے، یہی شب بیداریاں روزِ روشن کا جلوہ دکھائیں گی، اور یہی مشقت اُس قصر رفیع الشان کی بنیاد ہوگی جو آئندہ تعمیر ہونے والا ہے۔

اس وقت ہمارا کام صبر و استقلال سے میدان صاف کرنا،

داغ بیل ڈالنا اور نیو کھودنا ہے، اور فرہاد وار شیرینِ حکمت کی خاطر سنگلاخ پہاڑوں کو کھود کھود کر جوئے علم لانے کی سعی کرنا ہے۔ اور گو ہم نہ ہوں گے مگر ایک زمانہ آئیگا جب کہ اس میں علم و حکمت کے دریا بہیں گے اور ادبیات کی افتادہ زمین سرسبز و شاداب نظر آئے گی۔

آخر میں میں سررشتہ کے مترجمین کا شکریہ ادا کرتا ہوں جنہوں نے اپنے فرض کو بڑی مستعدی اور شوق سے انجام دیا۔ نیز میں ارکانِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات کا شکرگزار ہوں کہ ان کے مفید مشورے اور تحقیق کی مدد سے یہ مشکل کام بخوبی انجام پا رہا ہے۔ لیکن خصوصیت کے ساتھ یہ سررشتہ جناب مسٹر محمد اکبر حیدری بی۔ اے معتمد عدالت و تعلیمات و کوتوالی و امور عامہ سرکار عالی کا ممنون ہے جنہیں ابتدا سے قیام و انتظام جامعۂ عثمانیہ میں خاص انہماک رہا ہے۔ اور اگر ان کی توجہ اور امداد ہمارے شریک حال نہ ہوتی تو یہ عظیم الشان کام صورت پذیر نہ ہوتا۔ میں سید راس مسعود صاحب بی۔ اے (آکسن) آئی۔ ای۔ ایس۔ ناظمِ تعلیمات سرکار عالی کا بھی شکریہ ادا کرتا ہوں کہ ان کی توجہ اور عنایت ہمارے حال پر مبذول رہی اور ضرورت کے وقت ہمیشہ بلا تکلف خوشی کے ساتھ ہمیں مدد دی۔

عبدالحق

ناظمِ سررشتۂ تالیف و ترجمہ (عثمانیہ یونیورسٹی)

ارکانِ دار الترجمہ

مولوی عبد الحق صاحب بی۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ناظم۔

قاضی محمد حسین صاحب۔ ایم۔ اے۔ رینگلر ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم ریاضیات

چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس۔ سی ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم سائینس

مولوی سید ہاشمی صاحب ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم تاریخ۔

مولوی محمد الیاس صاحب برنی ایم۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم معاشیات

قاضی تلمذ حسین صاحب یم۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم سیاسیات

مولوی ظفر علی خاں صاحب بی۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم تاریخ۔

مولوی عبد الماجد صاحب بی۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم فلسفہ و منطق

مولوی عبد الحلیم صاحب شرر ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مولف تاریخ اسلام

مولوی سید علی رضا صاحب بی۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم قانون۔

مولوی عبد اللہ العمادی صاحب ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم کتب عربی

علاوہ ان مذکورۂ بالا مترجمین کے مولوی حاجی صفی الدین صاحب ترجمہ شدہ کتابوں کو مذہبی نقطۂ نظر سے دیکھنے کے لئے اور نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طبا طبائی) ترجموں پر نظر ثانی کرنے کے لئے مقرر فرمائے گئے ہیں۔

اراکینِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات

مولوی مرزا مہدی خاں صاحب کوکب وظیفہ یاب سرکار عالی (سابق ناظم مردم شماری)

مولوی حمید الدین صاحب بی۔اے صدر دار العلوم

نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی)

مولوی وحید الدین صاحب سلیم

مولوی عبد الحق بی۔اے ناظم سررشتۂ تالیف و ترجمہ

علاوہ ان مستقل ارکان کے، مترجمین سررشتۂ تالیف و ترجمہ نیز دوسرے اصحاب سے بلحاظ اُنکے فن کے مشورہ کیا گیا۔ مثلاً

خان فضل محمد خانصاحب ایم۔اے رنگلر (پرنسپل سٹی ہائی اسکول حیدرآباد)

مولوی عبد الواسع صاحب (پروفیسر دار العلوم حیدرآباد)

پروفیسر عبد الرحمٰن صاحب بی۔ایس۔سی (نظام کالج)

مرزا محمد ہادی صاحب۔بی۔اے (پروفیسر کرسچن کالج لکھنؤ)

مولوی سلیمان صاحب ندوی

سید راس مسعود صاحب بی۔اے (ناظم تعلیمات حیدرآباد) وغیرہ

فہرست مضامین

بسم اللہ الرحمن الرحیم

پہلا باب

برقِ سکونی

پہلی فصل

برقاؤ اور برقی میدان

برقاؤ

برقاؤ رگڑ سے ——— قدمائے یونان نے اس بات کا مشاہدہ کر لیا تھا کہ کہربا کو جب اُون سے رگڑتے ہیں تو اُس میں ہلکی ہلکی چیزوں کو اپنی طرف کھینچ لینے کی خاصیت پیدا ہو جاتی ہے۔ چنانچہ ملیطس[1] کے حکیم طالیس[2] نے ۶۰۰ سنہ قبل مسیح میں اس کا ذکر کیا ہے۔ ۱۶۰۰ء تک علما کا یہی خیال رہا کہ کہربا ہی ایک ایسی چیز ہے جو اِس قسم کے واقعات کا مورد ہو سکتی ہے۔

---

[1] Miletus [2] Thales

لیکن سنہ مذکور میں ڈاکٹر گلبرٹ[۱] نے جب وسعتِ نظر سے کام لیا تو معلوم ہؤا کہ کہربا کے علاوہ اَور بھی بہت سی چیزیں ہَیں جن سے اِسی قسم کے نتائج پیدا ہوتے ہیں - مثلاً بیروزہ، گندک، شیشہ وغیرہ اِسی قسم کی چیزیں ہیں - اور اِس قسم کی چیزوں کو اشیائے برقی کہتے ہَیں -

جب کسی چیز کو کسی مناسب مادّہ سے رگڑتے ہَیں اور پھر اُس میں ہلکے ہلکے اجسام کو اپنی طرف کھینچ لینے کی خاصیت پائی جاتی ہے تو یوں کہتے ہیں کہ یہ چیز برقائی ہوئی ہے - یا اِس واقعہ کو یوں بیان کرتے ہَیں کہ اِس چیز میں برقی بھرن پیدا ہو گئی ہَے -

اِس قسم کے 'کشش کے نتائج' پیدا کرنے کے لئے قوت کی ضرورت ہے - اور یہاں قوت کے وجود کی ہم صرف یہ توجیہ کر سکتے ہیں کہ جو چیز برقائی گئی ہَے اُس میں برقانے کے عمل سے کوئی خاص بات پیدا ہوگئی ہے - اِس قسم کی قوتوں کو برقی قوتیں کہتے ہَیں -

برقائی ہوئی چیز کے گرداگرد کی فضاء جس میں

---

[۱] Dr. Gilbert

برقی قوتیں محسوس ہوتی ہیں برقی میدان کہلاتی ہے۔ برقی میدان کی وسعت وہاں تک ہوتی ہے جہاں تک برقی قوتیں محسوس ہوسکتی ہیں۔

تجربہ ۱ — ہلکے اجسام کا کھنچنا —

ولکنائیٹ (Vulcanite) کی سلاخ کو کوٹ کی آستین سے رگڑو۔ دیکھو سلاخ میں کاغذ، کاگ، تنکوں، وغیرہ کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف اُٹھا لینے کی خاصیت پیدا ہوگئی ہے۔ یہ بھی دیکھ لو کہ اِن ہلکی ہلکی چیزوں کے اُٹھا لینے کے لئے یہ ضروری نہیں کہ سلاخ اِن کو فی الواقع چھُو لے۔ حقیقت یہ ہے کہ سلاخ جب کچھ فاصلہ پر ہوتی ہے تو اُسی وقت یہ چیزیں اُس کی طرف کھنچنے لگتی ہیں۔

تجربہ ۲ — متوازِن چوبی چفتی پر کشش —

ایک لمبی سی چوبی چفتی مثلاً میتری پیمانہ کو گول پیندے کی اُلٹی رکھی ہوئی صُراحی پر اِس طرح رکھو کہ وہ توازن میں رہے۔ پھر ولکنائیٹ (Vuloanite) کا ٹکڑا تجربہ ۱ کے قاعدہ سے رگڑ کر اِس چفتی کے سِرے کے قریب لاؤ۔ دیکھو چفتی، ولکنائیٹ (Vulcanite) کی طرف کھِنچتی ہے۔

برقی کشش کی قوتیں دو طرفی ہوتی ہیں۔ اُن کا حال بعینہٖ اُن قوتوں کا سا ہے جو مقناطیس اور اُس کے قریب رکھے ہوئے نرم لوہے کے درمیان پائی جاتی ہیں۔

تجربہ ۳ — باہمی کشش — اچھی طرح سے

خشک کئے ہوئے فلالین کے ٹکڑے کو یا بادامی رنگ کاغذ کو کپڑے صاف کرنے کے بُرش سے رگڑو - اور دیکھو فلالین کا ٹکڑا یا بادامی رنگ کاغذ کس طرح دیوار کے ساتھ چپک جاتا ہے۔

برقاؤ کی دو قسمیں — جب رگڑ سے ہم کسی چیز کو برقاتے ہیں تو اِس برقائی ہوئی چیز اور اَنبرقائی چیزوں کے درمیان باہمی کشش کی قوت پیدا ہو جاتی ہے۔ لیکن یہ ضرور نہیں کہ ہر حالت میں کشش ہی کے واقعات دیکھنے میں آئیں۔ چنانچہ کوئی ایک برقائی ہوئی چیز کسی دُوسری برقائی ہوئی چیز کو جذب بھی کرسکتی ہے اور دفع بھی۔ مثلاً ولکنائیٹ (Vulcanite) کی ایک رگڑی ہوئی سلاخ کو اِسی قسم کی ایک اَور رگڑی ہوئی سلاخ کے پاس لاؤ تو دونوں ایک دُوسری کو دفع کرینگی - اِسی طرح شیشہ کی سلاخ کو کسی چیز سے رگڑ کر اُسی چیز سے رگڑی ہوئی شیشہ کی ایک اَور سلاخ کے پاس لاؤ تو یہ سلاخیں بھی ایک دُوسری کو دفع کرینگی۔ لیکن جب شیشہ اور ولکنائیٹ (Vulcanite) کی سلاخوں کو ایک دُوسری کے قریب لاؤ گے تو یہاں دفع کی بجائے جذب کی کیفیت نظر آئیگی۔ اِن واقعات کی مزید توضیح کے لئے ذیل کے تجربوں پر غور کرو:—

تجربہ ۴ — ولکنائیٹ (Vulcanite) کی

برقائی ہوئی سلاخیں - ولکنائیٹ (Vulcanite) کی ایک برقائی ہوئی سلاخ کو آزادانہ لٹکاؤ اور اِس کے ایک سِرے کے پاس ایک اَور اِسی طرح برقائی ہوئی ولکنائیٹ (Vulcanite) کی سلاخ لاؤ - دیکھو لٹکی ہوئی سلاخ دُوسری سلاخ سے پرے ہٹ جاتی ہے - یہ واقعہ سلاخوں کے برقی تدافع کا نتیجہ ہے -

تجربہ ۵ ـــــ شیشہ کی برقائی ہوئی سلاخیں -

تجربۂ بالا میں ولکنائیٹ (Vulcanite) کی بجائے شیشہ کی ایسی سلاخیں استعمال کرو جنہیں خشک کرنے کے تنور میں رکھ کر خشک کرلیا گیا ہو - اور پھر اِن کو ریشمی کپڑے سے رگڑ دیا گیا ہو - دیکھو یہ سلاخیں بھی ایک دُوسری کو دفع کرتی ہیں -

تجربہ ۶ ـــــ برقایا ہُوا ولکنائیٹ اور شیشہ -

ولکنائیٹ (Vulcanite) کی برقائی ہوئی سلاخ کو لٹکاؤ اور اِس کے قریب ایک شیشہ کی سلاخ لاؤ جو ریشمی کپڑے سے رگڑ دی گئی ہو - دیکھو ولکنائیٹ کی سلاخ شیشہ کی سلاخ کی طرف کھنچ آتی ہے - یہ واقعہ شیشہ اور ولکنائیٹ کی سلاخوں کے برقی تجاذب کا نتیجہ ہے -

اِن واقعات سے ظاہر ہے کہ ولکنائیٹ (Vulcanite) اور شیشہ کے برقاؤ میں ضرور کچھ نہ کچھ اختلاف ہے - اِس اختلاف کو تعبیر کرنے کے لئے علمِ برق کی باقاعدہ تدوین کے ابتدائی زمانہ میں برقِ زجاجی اور برقِ راتینی کی اصطلاحیں اختیار کی گئی تھیں - چنانچہ شیشہ کو رگڑنے سے

جو برقاؤ پیدا ہوتا ہے اُس کو برقِ زجاجی کہتے تھے اور ولکنائیٹ یا چپڑا لاکھ کے رگڑنے سے پیدا ہونے والا برقاؤ برقِ راتینی کہلاتا تھا۔ لیکن بعد میں معلوم ہُوا کہ اشیاء کے برقاؤ کی نوعیت رگڑنے کی چیز پر موقوف ہوتی ہے۔ مثلاً شیشہ کو جب ریشم سے رگڑتے ہیں تو شیشہ میں زجاجی برق پیدا ہوتی ہے اور جب اُسے اُونی کپڑے سے رگڑتے ہیں تو اِس صورت میں وہ راتینی برق سے بھر جاتا ہے۔ اِس لئے اب زجاجی اور راتینی کی بجائے مثبت اور منفی کی اصطلاحیں اختیار کی گئی ہیں۔ یہ اصطلاحیں بنجامن فرینکلن[لہ] نے ۱۷۴۷ء میں تجویز کی تھیں۔

یہ طریقِ تسمیہ اختیار کر لینے کے بعد تجربوں کے نتائج کو ہم اس طرح بیان کر سکتے ہیں کہ:-

(ا) ریشم سے رگڑے ہوئے شیشہ کا برقاؤ مثبت برقاؤ ہے۔

(ب) فلالین سے رگڑے ہوئے ولکنائیٹ (Vulcanite) یا بیروزہ کا برقاؤ منفی برقاؤ ہے۔

(ج) مشابہ برقاؤ والی چیزیں ایک دوسری کو

لہ Benjamin Franklin

دفع کرتی ہیں - اور غیر مشابہ برقاؤ والی چیزیں ایک دُوسری کو جذب کرتی ہیں۔

(د) برقایا ہوُا جسم ہر حالت میں اَنبرقائے جسم کو جذب کرتا ہے۔

مُوصِل اور غیر مُوصِل —— ڈاکٹر گِلبرٹ کو تجربوں اور مشاہدوں سے معلوم ہوُا کہ بہت سی چیزوں کا یہ حال ہے کہ جب وہ رگڑی جاتی ہیں تو اُن میں برقاؤ کی کوئی علامت نظر نہیں آتی - اِس گروہ کی چیزوں میں دھاتیں خاص طور پر قابلِ ذکر ہیں۔اِس قسم کی چیزوں کا نام اُس نے غیر برقی اجسام رکھا ہے۔ لیکن اب معلوم ہو گیا ہے کہ یہ اختلاف محض تجربہ کی نوعیت کا نتیجہ ہے۔

تجربہ ۵ —— برقاؤ کا نقصان - ولکنائیٹ (Vulcanite) کی برقائی ہوئی سلاخ کو آزادانہ لٹکاؤ۔ پھر اِس کے قریب ولکنائیٹ کی ایک اور برقائی ہوئی سلاخ لاؤ اور تدافع پر غور کرو۔ اب اِس دُوسری سلاخ کو نرمی کے ساتھ اپنی مُٹھی میں سے گزارو - اور اِس بات کی احتیاط رکھو کہ ہاتھ سلاخ کے تمام حصوں کو چھُوتا جائے۔ اِس کے بعد دوبارہ امتحان کرو۔ دیکھو اب تدافع کی بجائے تجاذب کی

[1] - ولکنائیٹ کو اگر مٹھی میں سے تیز تیز گزارا جائے تو اُس میں منفی برقاؤ پیدا ہو جاتا ہے۔

علامتیں پائی جاتی ہیں - اب اس سلاخ کو دوبارہ برقاؤ - اور اس کے بعد اس کو بنسنی شعلہ میں گزارو اور پھر اس کا امتحان کرو - دیکھو اب تجاذب کی علامتیں پائی جاتی ہیں - اور یہ واقعہ اس بات کی دلیل ہے کہ اس صورت میں بھی سلاخ کا برقاؤ زائل ہو گیا ہے -

اس قسم کی چیزیں جو ہاتھ اور شعلہ کی طرح برقائے ہوئے جسم کا برقاؤ لے لیتی ہیں اُنہیں مُوصِل کہتے ہیں - یہ ظاہر ہے کہ ولکنائیٹ (Vulcanite) مُوصِل نہیں ہے کیونکہ اس کی سطح کے کسی ایک حِصّہ کا برقاؤ ہاتھ میں پکڑے ہوئے سرے کی طرف نہیں جاتا - اس بناء پر ولکنائیٹ اور وہ تمام چیزیں جنہیں ڈاکٹر گلبرٹ نے برقی اجسام کہا ہے آج کل غیر مُوصِل کہلاتی ہیں -

اگر دھاتیں برق کے اعتبار سے فی الواقع مُوصِل ہیں تو پھر اس بات کا سمجھ لینا کچھ مشکل نہیں کہ ڈاکٹر گلبرٹ رگڑی ہوئی دھات کی سطح پر برقاؤ کی علامتیں کیوں محسوس نہ کر سکا - یہ ظاہر ہے کہ رگڑنے سے دھات کی سطح پر جو برقاؤ پیدا ہوگا وہ فوراً اُس ہاتھ میں پہنچ جائیگا جو دھات کو تھامے ہوئے ہے - لیکن اگر دھات کے ٹکڑے کو کسی غیر مُوصِل مادّہ سے اس طرح تھام لیا جائے کہ دھات کی سطح پر پیدا ہونے والا برقاؤ

اُس پر سے جانے نہ پائے تو دھات کی سطح پر بھی برقاؤ پیدا ہو سکتا ہے۔

جب کسی دھات کو اِس طرح سے تھام لیتے ہیں کہ اُس کا برقاؤ زائل نہیں ہونے پاتا تو اِس صورت میں یوں کہتے ہیں کہ دھات محفوظ کر دی گئی ہے۔

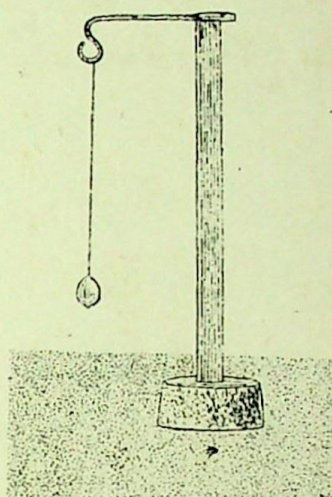
اِسی طرح کی احتیاطوں کو عمل میں لا کر ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ مناسب مادّہ کے ساتھ رگڑنے سے تقریباً تمام چیزیں برقائی جا سکتی ہیں۔

تجربہ ۵ — دھات کا برقاؤ — پیتل یا لوہے کی چھوٹی سی نلی کو ولکنائیٹ کی سلاخ یا شیشہ کی صاف اور خشک نلی کے سِرے پر چڑھا دو۔ پھر دھات کو بالوں دار کھال کے ٹکڑے سے جھاڑو اور اِس کے بعد اُسے ولکنائیٹ کی برقائی ہوئی معلّق سلاخ کے قریب لاؤ۔ دیکھو معلّق سلاخ پرے ہٹ جاتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ رگڑنے سے دھات کی سطح پر منفی برقاؤ پیدا ہو گیا ہے۔

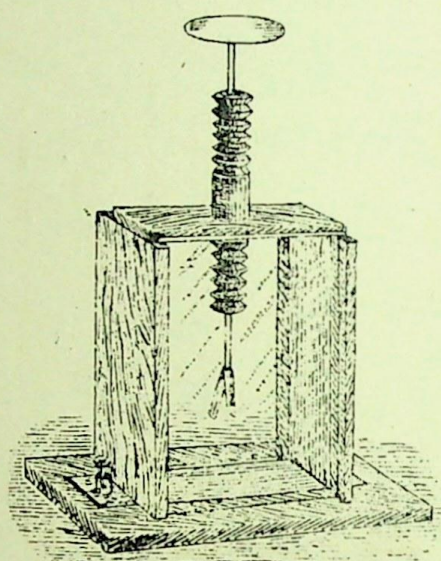
برق نما — وہ آلہ جو اِس طرح بنایا جائے کہ اُس کی مدد سے بہت کمزور برقی قوتوں کا احساس بھی ممکن ہو اور برقی قوتوں کی مقدار میں پیدا ہونے والے چھوٹے چھوٹے تغیر بھی اُس سے محسوس ہو سکتے ہوں اُس کو برق نما کہتے ہیں۔

ایک سادہ سا برق نما سرکنڈے کے گودے

کی گولی سے تیار ہو سکتا ہے۔ ولکنائیٹ کی سلاخ میں ایک ہُک لگاؤ اور جیسا کہ شکل ۱-۲ میں دکھایا گیا

شکل ۱-۲

ہے اِس ہُک کے ساتھ تانبے کے پتلے تار یا سُوتی تاگے کی مدد سے ایک گِلٹ کی ہوئی گُودے کی گولی لٹکاؤ۔ گُودے کی گولی کو گِلٹ کرنے کا آسان طریقہ یہ ہے کہ اُس کی سطح کو کمزور گوند سے بھگو لیا جائے اور جب وہ تقریباً خشک ہو جائے تو اُس پر سونے کا ورق لپیٹ دیا جائے۔ سونے کی بجائے ڈچ دھات یا الُومینیم (Aluminium) کا ورق بخوبی کام دے سکتا ہے۔

برق نما کی زیادہ مفید شکل وہ ہے جسے برق نما اَوراقِ طلائی کہتے ہیں - اِس آلہ کا عمل

اِس بات پر موقوف ہے کہ مشابہ برقاؤ والے اجسام ایک دُوسرے کو دفع کرتے ہیں - اِس میں طلائی ورق کی دو پتلی پتلی پتّیاں ہوتی ہیں جو ایک مضبوط تار کے نیچے والے سِرے کے ساتھ (شکل ۲) لٹکا دی جاتی ہیں۔

شکل ۲ برق نما اَوراقِ طلائی

اِس تار کے اُوپر والے سِرے پر ایک دھاتی قُرص جما رہتا ہے - تار کسی غیر مُوصِل چیز مثلاً آبنوسہ یا گندک کی نلی میں سے گزرتا ہے - طلائی ورقوں کو ہوا کے جھونکوں سے محفوظ رکھنے کے لئے اُن پر شیشہ کا فانوس چڑھا دیا جاتا ہے - یا وہ کسی ایسے خانہ میں رکھ دیئے جاتے ہیں جس کے سامنے اور پیچھے کے حصے شیشوں پر مشتمل ہوتے ہیں - خانہ کے پہلوؤں پر

اندر کی طرف دھات کی پتّیاں چڑھا دی جاتی ہیں جن کا زمین کے ساتھ تعلق ہوتا ہے۔ اِس آلہ کے دھاتی قُرص کو جب برقی بھرن دی جاتی ہے تو طلائی ورقوں کو اِنفراج ہوتا ہے۔ اور اِنفراج کے مدارج بھرن کی مقدار پر موقوف ہوتے ہیں۔

مُوصلیت کی اضافی طاقت

تم دیکھ چکے ہو کہ ہاتھ، شُعلہ، اور دھاتیں، مُوصل چیزیں ہیں اور چیڑا لاکھ، ولکنائیٹ (Vulcanite)اور شیشہ غیر مُوصل چیزیں ہیں۔ برق نما کی مدد سے ہم اِس بات کا موٹا سا اندازہ کر سکتے ہیں کہ کسی چیز کی مُوصلیت یا غیر مُوصلیت کی طاقت کیا ہے۔

تجربہ ۹ ــــ مُوصلیت کا امتحان

برق نما اوراقِ طلائی کے دھاتی قُرص کو بالوں دار کھال کے چھوٹے سے ٹکڑے سے جھاڑو۔ اِس طرح طلائی اوراق کو منفی بھرن مِل جائیگی۔ اب قُرص کو اپنی اُنگلی سے چھو لو۔ دیکھو ورق فوراً ایک دُوسرے کے ساتھ مِل گئے۔ اب اِس برق نما میں پھر برقاؤ پیدا کرو اور ہاتھ میں خشک کاغذ کی پتّی لے کر پتّی سے برق نما کے قُرص کو چھوؤ۔ دیکھو اب طلائی اوراق بالتدریج ایک دُوسرے سے مِلتے ہیں۔ یہی تجربہ خشک شیشہ، کوئلے، لکڑی، پیرافینی موم، ریشم اور رُوئی کے خشک و تر تاگوں، وغیرہ وغیرہ پر کرو۔

مختلف اجسام پر تجربے کرنے سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اجسام کو ہم حسبِ ذیل جماعتوں میں تقسیم کر سکتے ہیں:-

مُوصِل —— دھاتیں، حیوانی جسم، پانی، کوئلہ۔
جزئی مُوصِل —— کاغذ، رُوئی، لکڑی، پتھر۔
غیر مُوصِل —— شیشہ، چپڑا لاکھ، ولکنائیٹ، ریشم، اُون، گندک، مختلف اقسام کے تیل۔

یہ ظاہر ہے کہ کسی مُوصِل میں برقی بھرن کو قائم رکھنا ہو تو ضروری ہے کہ مُوصِل کو خشک شیشہ یا چپڑا لاکھ کی ٹیکن پر رکھ کر یا ریشمی تاگوں کے ساتھ لٹکا کر محفوظ کر دیا جائے۔

دونوں قسموں کے برقاؤ کی ہمزادگی ——

جب شیشہ کو بالوں دار کھال سے رگڑتے ہیں تو شیشہ میں منفی برقاؤ پیدا ہوتا ہے۔ اب سوال یہ ہے کہ کیا اِس عمل سے بالوں دار کھال پر بھی برقاؤ کی کوئی علامت ظاہر ہوتی ہے؟ اور اگر ظاہر ہوتی ہے تو پھر کیا وہ منفی برقاؤ کا نتیجہ ہے یا مثبت برقاؤ کا؟ تجربے سے اِس سوال کا جواب پیدا کرنے کے لئے ضروری ہے کہ ولکنائیٹ (Vulcanite) کی سلاخ کے سرے پر کاغذی پٹھے کا قرص لگا کر اور قرص پر تقریباً اِتنی ہی وسعت کا بالوں دار کھال کا ٹکڑا چڑھا کر بالوں دار کھال کو محفوظ کر دیا جائے۔

شیشہ کا ایک چھوٹا سا مربع ٹکڑا بھی اسی قسم کے دستہ پر چڑھا لینا چاہئے - برق کے نقصان کو روکنے کے لئے اگر یہ احتیاطیں کر لی جائیں تو پھر تجربہ صاف بتا دیتا ہے کہ:-

جب رگڑ سے برقاؤ پیدا ہوتا ہے تو برقاؤ کی دونوں قسمیں برابر برابر پیدا ہوتی ہیں-

تجربہ نمبر ۱ ——— متضاد بھرنوں کی مساوات-

شیشہ اور بالوں دار کھال کو غیر موصل دستوں سے تھام کر ایک دوسرے کے ساتھ رگڑو- پھر ان دونوں کو اسی طرح ایک دوسرے سے چھوتا ہوا رکھ کر گودے کی انبرقائی گولی کے پاس لاؤ- دیکھو گولی پر کوئی اثر نہیں ہوتا- اب اگر شیشہ الگ کر لیا جائے تو بالوں دار کھال گودے کی گولی کو اپنی طرف کھینچ لیگی- اور تنہائی کی حالت میں شیشہ بھی اسی طرح عمل کریگا- اس سے ظاہر ہے کہ شیشہ اور بالوں دار کھال دونوں چیزوں میں برقاؤ موجود ہے - لیکن چونکہ دونوں ملے ہوئے ہونے کی حالت میں بے اثر ہیں اس لئے ضروری ہے کہ بالوں دار کھال کی بھرن شیشہ کی منفی بھرن کی مساوی اور متضاد ہو - اس بات کی تصدیق کرنے کے لئے کہ بالوں دار کھال کی بھرن مثبت ہے اس کھال کو گودے کی کسی ایسی گولی کے پاس لاؤ جس میں مثبت بھرن ہو- دیکھو گودے کی گولی کھال سے پرے ہٹ جاتی ہے - یہ واقعہ اس بات پر دلالت کرتا ہے کہ بالوں دار کھال میں برقی بھرن موجود ہے اور یہ بھرن مثبت بھرن ہے -

برقی نظریئے ——— جب دو جسموں کو ہم ایک دُوسرے سے رگڑتے ہیں تو اِس صورت میں جو برق پیدا ہوتی ہے وہ کوئی مادّی چیز (ٹھوس، مایع، یا گیس) نہیں ہو سکتی۔ کیونکہ برقائے ہوئے جسم کا وزن برقانے کے بعد بھی وُہی رہتا ہے جو برقانے سے پہلے تھا۔ پھر اِن دو حالتوں کا اختلاف کس بات کا نتیجہ ہے؟ اِس اختلاف کی وضاحت کے لئے ہم لپٹی ہوئی فولادی کمانی اور کُھلی فولادی کمانی کی حالتوں کے اختلاف سے تشبیہ دے سکتے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ کمانی پہلی صورت میں فساد کی حالت میں ہوگی اور دُوسری صورت میں فساد سے آزاد ہوگی۔ اِسی طرح اختلافِ مذکور کو ہم لچکدار تاگے کے کِھنچے ہوئے ہونے اور اَنکِھنچے ہونے کی حالتوں کے اختلاف سے بھی تشبیہ دے سکتے ہیں۔ اِس صورت میں بھی ظاہر ہے کہ پہلی حالت میں تاگا تناؤ میں ہے اور دُوسری حالت میں تناؤ سے آزاد ہے۔ اِس تشبیہ سے تم قیاس کر سکتے ہو کہ اختلاف محض طبیعی حالت کا اختلاف ہے۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھو کہ اختلاف کا نام رکھ دینے سے واقعات کی توجیہ ہو گئی۔ چنانچہ ابھی یہ دیکھنا باقی ہے کہ برقانے کے عمل سے کسی جسم میں تناؤ یا فساد یا جوکچھ بھی پیدا ہوتا ہے اُس کا محل کہاں ہے۔ اِس لئے ہم خواہ مخواہ یہ

فرض نہیں کر سکتے کہ محلِ مذکور بالضرور، برقائے ہوئے جسم کی حدودِ ذاتی کے اندر مقیّد ہے۔

اِس محل کی تعیین کے لیئے اب سے کئی سال پہلے دو نظریئے قائم کئے گئے تھے۔ اِن نظریوں کو ہم یہاں اجمالی طور پر بیان کرتے ہیں :-

ایک نظریہ سِمّر[1] کا تجویز کیا ہؤا ہے۔ اِس نظریہ کے رُو سے دو برقی سیّالوں کا وجود مان لیا گیا ہے جو تمام اشیا میں موجود اور نوعیت کے اعتبار سے ایک دُوسرے کی ضد ہیں۔ برقاؤ کے عمل سے صرف یہ ہوتا ہے کہ یہ دو سیّال کُلاً یا جُزءً ایک دُوسرے سے جُدا ہو جاتے ہیں۔ اِس نظریہ کو دو سیّالی نظریہ کہتے ہیں۔

سِمّر کے بعد فرینکلن نے ایک اَور نظریہ تجویز کیا ہے جو واقعات کی توجیہ کے اعتبار سے پہلے نظریہ کے مقابلہ میں زیادہ قرینِ قیاس ہے۔ یہ نظریہ یک سیّالی نظریہ کے نام سے مشہور ہے۔ اِس نظریہ کے رُو سے تمام اَنبرقائے اجسام میں ایک طرح کے برقی سیّال کی ایک خاص طبعی مقدار ہوتی ہے۔ اور برقاؤ کے عمل سے صرف یہ اثر پیدا ہوتا ہے کہ کسی جسم میں اِس برقی سیّال کی جتنی مقدار موجود ہوتی ہے وہ گھٹ

---

[1] Symmer

جاتی ہے یا اُس میں اضافہ ہو جاتا ہے - پہلی صورت میں فرینکلن نے یوں کہا ہے کہ برقائے ہوئے جسم کا برقاؤ منفی ہے اور دُوسری صورت میں مثبت - اِس نظریہ میں اگر منفی اور مثبت کے الفاظ کو ایک دُوسرے سے بدل دیا جائے تو اِس نظریہ کو اُن اہم نتائج سے مطابقت ہو جاتی ہے جو جدید نظریۂ برقیات[1] کا سنگِ بنیاد ہیں -

حال کی اُن تحقیقاتوں نے، جو رقیق کی ہوئی گیسوں میں سے برق کے گزرنے کے متعلق کی گئی ہیں، اِس قسم کے ذرات کے وجود کا پتہ دیا ہے جو اُس قلیل ترین ذرہ سے بھی بہت چھوٹے ہیں جس کو کیمیائی جوہر کہتے ہیں - علاوہ بریں اِن تحقیقاتوں سے یہ بھی ثابت ہُوا ہے کہ اِس قسم کے ذرّوں کے ساتھ ہمیشہ منفی بھرن رہی رہتی ہے - اِس قسم کے ذرّہ کا نام جسیمہ رکھا گیا ہے -

بظاہر مادّہ کا جوہر معمولی حالات کے ماتحت مثبت اور منفی برقیوں یا جسیموں کی برابر برابر تعدادوں پر مشتمل ہوتا ہے - اِن منفی برقیوں کو ذرا ذرا سی برقی قوتیں معمولی مادّہ سے بہت جلد باہر پھینک دیتی ہیں

---

[1] برقیات برقیہ کی جمع ہے -

اور برقیئے خلاء میں سے اتنی تیزی کے ساتھ گزرتے ہیں کہ اُن کی رفتار کا ہم نور کی رفتار سے مقابلہ کر سکتے ہیں -

برق کے ایک جگہ سے دُوسری جگہ منتقل ہو جانے کو ہم یوں تصور کر سکتے ہیں کہ منفی برقیئے اُس نقطہ سے جہاں مثبت برقیوں کا اضافہ ہو رہا ہو اُس نقطہ کی طرف چلے جاتے ہیں جہاں منفی برقیوں کا اضافہ ہو رہا ہوتا ہے۔ علاوہ بریں مثبت بھرن والے جسم کو ہم یوں تصور کر سکتے ہیں کہ اُس میں سے کچھ برقیئے خارج ہو گئے ہیں - پھر اِس سے ظاہر ہے کہ منفی بھرن والا جسم وہ جسم ہوگا جس میں برقیوں کی زیادتی ہے - یہ نتائج بعینہٖ اُن نتائج کے مشابہ ہیں جو فرینکلن کے تجویز کئے ہوئے یک سیّالی نظریۂ سے حاصل ہوتے ہیں۔

برقی قوت کے میدان

مقناطیسی قوت کے میدانوں سے مشابہت —— مقناطیسیت کے متعلق تجربوں سے تمہیں ذیل کی باتیں معلوم ہو چکی ہیں :-

(ا) مشابہ مقناطیسی قطب ایک دُوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

(ب) غیر مشابہ قطب ایک دُوسرے کو جذب کرتے ہیں۔

(ج) اِس قسم کے قطبوں کی درمیانی فضاء مقناطیسی قوت کا میدان ہے جس میں سے مقناطیسی قوتیں خاص خاص سمتوں میں عمل کرتی ہیں۔اِن سمتوں کو خطوطِ قوت کہتے ہیں۔

(د) اِن خطوطِ قوت کے خواص میں اگر اُن تنے ہوئے لچکدار تاگوں کے خواص کی مشابہت تصور کر لی جائے جو طولاً سکڑنے اور عرضاً پھیلنے کے متقاضی ہوں تو اِس سے تمام تجربی واقعات کی توجیہ کے لئے اِمکان کی ایک عمدہ صورت پیدا ہو جاتی ہے۔

اجسام کے برقی واردات کے متعلق بھی یہی باتیں دیکھنے میں آتی ہیں۔ چنانچہ تم نے دیکھ لیا ہے کہ:—

(ا) مشابہ برقاؤ والے اجسام ایک دُوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

(ب) غیر مشابہ برقاؤ والے اجسام ایک دُوسرے

کو جذب کرتے ہیں -

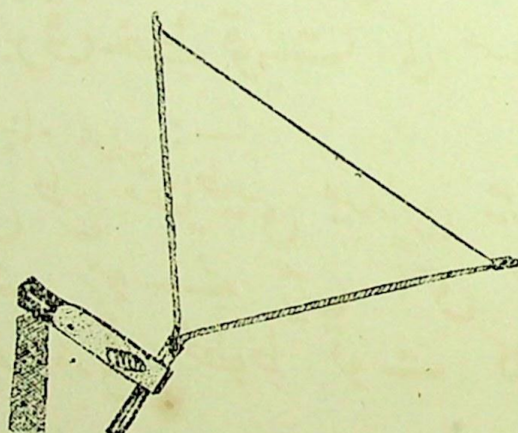
(ج) یہ جذب و دفع کی قوتیں درمیانی فضاء میں سے اسی انداز سے گزرتی ہیں جو انداز مقناطیسی واقعات میں دیکھا جاتا ہے۔

اِس مشابہت سے یہ احتمال پیدا ہوتا ہے کہ برقایا ہؤا جسم ایک ایسے برقی میدان سے گھرا ہؤا ہونا چاہیئے جس کے ہر نقطہ پر رکھا ہؤا کوئی جسم برقائے ہوئے جسم کی برقی قوت محسوس کرتا ہے - اگر اِس قسم کا میدانِ قوت برقائے ہوئے جسم کے گرد واقعی موجود ہوتا ہے تو پھر ظاہر ہے کہ اِس میں کسی نقطہ پر عمل کرنے والی قوت کو ضرور کسی مخصوص سمت میں عمل کرنا چاہیئے - اِس مخصوص سمت کو ہم نقطۂ مذکور پر کے **برقی خطِ قوت** کی سمت تصور کر سکتے ہیں - بناء بریں :-

جس طرح مقناطیسی میدان میں مقناطیسی خطوطِ قوت ہوتے ہیں اُسی طرح برقی میدان میں بھی ہم برقی خطوطِ قوت کا وجود مان سکتے ہیں -

برقی میدان کی تفتیش —— جس طرح ہم مقناطیسی میدان کا نقشہ بنا لیتے ہیں اُسی سادگی اور عمدگی کے ساتھ برقی میدان کا نقشہ

بنا لینا نہایت مشکل ہے۔ تاہم اس قسم کے ایک سادہ سے آلہ کا تیار کر لینا ممکن ہے جس کو برقی میدان کے مختلف نقاط پر رکھ کر ہم ہر نقطہ پر برقی قوت کی سمتِ عمل معلوم کر سکتے ہیں۔ اس صورت میں صرف یہی نہیں ہوتا کہ قوتوں کے وجود کی تصدیق ہو جاتی ہے بلکہ ہم یہ بھی ثابت کر سکتے ہیں کہ فضاء میں اِن قوتوں کا عمومی انداز مقناطیسی میدانِ قوت کے عمومی انداز کا مشابہ ہوتا ہے۔ چنانچہ اِس مطلب کے لئے ہم مندرجہ ذیل تدبیر اختیار کر سکتے ہیں:—

کاگ میں شیشہ کی دو لمبی سلاخیں لگاؤ اور سلاخوں کو اِس طرح موڑو کہ اُن سے شکل ۳ کی طرح ایک بڑا سا

شکل ۳

جزنم (۷) بن جائے۔ پھر ایک چھوٹے سے کاگ میں

اِتنا چوڑا سُوراخ کرو کہ کاگ کسی ایک سلاخ کے سِرے پر پھنس کر چڑھ جائے - اِس کے بعد ریشمی ریشہ لے کر اُس کا ایک سِرا اِس کاگ سے جوڑو اور دُوسرا سِرا شیشہ کی دُوسری سلاخ کے آزاد سِرے کے ساتھ باندھو - پھر کاگ کو گھما کر ریشہ کو کس دو اور اِس ریشہ کے مرکز پر ایک اَور چھوٹا سا (تقریباً ۲ سم لمبا) ریشمی ریشہ باندھ لو - اِس چھوٹے ریشہ کے ساتھ نمائندہ لٹکایا جائیگا -

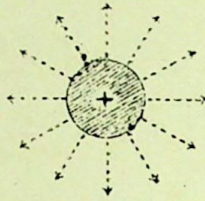
نمائندہ تانبے کے چھوٹے سے (تقریباً ۵ سم لمبے) باریک تار پر مشتمل ہونا چاہیئے - اِس تار کے دونوں سِروں پر گودے کی ایک ایک چھوٹی سی گِلٹ کی ہوئی گولی چڑھا دو - اور اِن گولیوں کو یوں ترتیب دو کہ نمائندہ اُفقی وضع میں آزادانہ لٹکتا رہے -

تم دیکھوگے کہ رگڑ سے براہِ راست برقائے ہوئے اجسام کی برقی قوتیں کمزور ہوتی ہیں - اِس لئے اگر بیتل کے بڑے بڑے محفوظ کُرے جو تاروں کی مدد سے وِمشرسٹ[سلہ] کی برقی مشین سے مِلا دئے گئے ہوں، استعمال کئے جائیں تو زیادہ اطمینان بخش نتائج حاصل ہو سکتے ہیں -

تجربہ ۱۱ —— واحد گرہ کے خطوطِ قوت -

سلہ Wimshurst

ایک واحد محفوظ کُرہ کو برقاؤ اور تقریر بالا کے رُو سے جو آلہ تیار کیا گیا ہے اُس کو کُرۂ مذکور کے گِردا گرد کی فضاء میں مختلف

شکل ۴

مقامات پر رکھو۔ دیکھو نتائج سے یوں معلوم ہوتا ہے کہ کُرہ کی سطح کے تمام نقطوں سے خطوطِ قوت (شکل ۴) خروج کر رہے ہیں۔

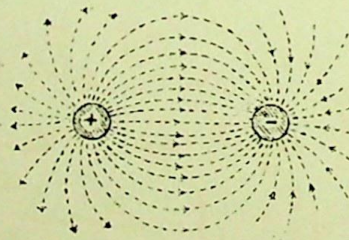
تجربہ ۱۲ —— خطوطِ قوت دو کُروں کے درمیان۔ تانبے کے دو محفوظ کُرے ایک دُوسرے سے تقریباً ۵۰ سمر کے فاصلہ پر رکھو۔ اور اُن کو وِمشَرسٹ¹ کی برقی مشین

شکل ۵

---

¹ Wimshurst

کے قطبوں سے ملا کر برقاؤ۔ یہ ظاہر ہے کہ کروں کے برقاؤ باہم متضاد ہونگے۔ اب جیسا کہ شکل ۵ میں نقطہ دار خطوں سے دکھایا گیا ہے۔ اِن کروں سے پیدا ہونے والے برقی میدان کے خطوطِ قوت کے اندازِ عموعی کی تحقیقات کرو۔

برقی خطوطِ قوت اگر یوں تصور کر لئے جائیں کہ اُن کے خواص تنے ہوئے تاگوں کے خواص کے مشابہ ہیں تو یہ بات بہت جلد سمجھ میں آ سکتی ہے کہ متضاد برقاؤ والے اجسام کیوں ایک دوسرے کو جذب کرتے ہیں۔

برقی میدان کی طاقت اور خطوطِ قوت کے خواص

پیتل کے دو مجوّف کرے متضاد برقاؤ سے جس قدر زیادہ بھرن دار ہوں اُسی قدر اُن سے پیدا ہونے والا برقی میدان بھی زیادہ طاقتور ہوتا ہے۔ یہ واقعہ عام طور پر برقی میدان میں سے گزرنے والے خطوطِ قوت کی تعداد کے اِزدیاد کا نتیجہ تصور کیا جاتا ہے۔ اور خاکوں میں بھی عموماً اِسی طرح تعبیر کیا جاتا ہے۔ چونکہ مثبت اور منفی برقاؤ ہمیشہ مساوی مقداروں میں پیدا ہوتے ہیں اِس لئے ضروری ہے کہ مثبت برقاؤ والی سطح سے خروج کرنے والے خطوطِ قوت کی تعداد اُتنی ہی ہو جتنی کہ منفی برقاؤ والی سطح میں داخل ہونے والے خطوطِ قوت کی تعداد ہے۔ کوئی خطِ قوت

فضاء میں اندھا دُھند ختم نہیں ہو جاتا۔ بلکہ واقعہ یہ ہے کہ خطوطِ قوت کے دونوں سروں پر ہمیشہ متضاد برقاؤ کی برابر برابر مقداریں پائی جاتی ہیں۔ برقی خطوطِ قوت کا یہ حال بعینہٖ اُن مقناطیسی خطوطِ قوت کا سا ہے جو غیر مشابہ مقناطیسی قطبوں کے مابین ہوتے ہیں۔

مقناطیسی میدان میں قوت کی سمتِ عمل، اجماعی اختیار سے یوں تصور کر لی گئی ہے کہ وہ، وہ سمت ہے جس میں واحد شمال نما قطب حرکت کا متقاضی ہوتا ہے۔ اسی طرح برقی میدان میں قوت کی سمتِ عمل، اجماعاً یوں اختیار کی گئی ہے کہ یہ وہ سمت ہے جس میں کوئی مُثبت برقاؤ والا جسم حرکت کا تقاضا کرتا ہے۔ بناء بریں برقی خطوطِ قوت کو ہم یوں تصور کر سکتے ہیں کہ وہ مُثبت برقاؤ والے جسم سے نکلتے ہیں اور منفی برقاؤ والے جسم کی طرف جاتے ہیں۔

برقی قُوَّہ——— شکل ۱۰ میں فرض کرو کہ ا ایک مُثبت برقاؤ والے محفوظ کُرہ کی تعبیر ہے۔ و ایک ایسے چھوٹے سے مُثبت برقاؤ والے کُرہ کو تعبیر کرتا ہے جو آزادانہ حرکت کر سکتا ہے۔ اِس کو ہم اصطلاحاً امتحانی بھرن کہینگے۔ یہ ظاہر ہے کہ ا کی برقی قوتِ دافع قِ امتحانی بھرن کو ا سے پرے ہٹا دینے کا تقاضا

ا

+

$و_۱$ $و_۲$ $و_۳$

شکل ۶۷

$و_۱$ کی بہ نسبت $و_۲$ پر قوّہ زیادہ ہے

کریگی۔ امتحانی بھرن کو $و_۱$ سے $و_۲$ پر لانے کے لئے اس پر کام صرف کرنے کی ضرورت ہے۔ اس لئے $و_۱$ پر کے مقابلہ میں $و_۲$ پر اس کی توانائی بالقوّہ زیادہ ہے۔ اسی طرح $و_۳$ پر پہنچ کر $و_۲$ کے مقابلہ میں اس کی توانائی بالقوّہ زیادہ ہوگی اور پھر ظاہر ہے کہ ا کی سطح کے قُربِ امکانی کی انتہائی سرحد پر جاکر وہ اپنی قیمتِ اعظم پر پہنچ جائیگی۔ اس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ ا کے گرداگرد کی فضاء برقی قوّہ کا علاقہ ہے اور جُوں جُوں ا سے فاصلہ بڑھتا جاتا ہے برقی قوّہ گھٹتا جاتا ہے۔ اس بناء پر ہم یوں کہتے ہیں کہ $و_۱$ پر کے مقابلہ میں $و_۳$ پر برقی قوّہ زیادہ ہے۔

جب امتحانی بھرن ا سے بہت دُور چلی جائیگی تو اُس پر ا کی کوئی برقی قوت محسوس نہ ہوگی۔ لہذا ا سے بہت فاصلہ پر قوّہ صِفر ہے۔

اَنبر قائے اجسام سے برقی قوتیں ظاہر نہیں ہوتیں۔ اِس لئے اگر اِن اجسام کے قُرب و جوار میں کوئی برقایا ہُوا جسم موجود نہ ہو تو اُن کے گرداگرد کی فضامیں برقی قوّہ صِفر ہوگا۔ اِسی بات کو ہم اِس طرح بھی بیان کر سکتے ہیں کہ اَنبر قائے جسم کا برقی قوّہ صِفر ہے۔ اور چونکہ زمین کو ہم ایک بہت بڑا سا اَنبر قایا کُروی مُوصِل تصور کر سکتے ہیں اِس لئے عملی کاموں میں دستور یہ ہے کہ زمین کے برقی قوّہ کو ہم صِفر مان لیتے ہیں اور اِس سے برقی قوّہ کے حساب و تخمین کی ابتدا کرتے ہیں۔

ا کی بھرن اگر منفی ہے تو اِس صورت میں مُثبت امتحانی بھرن کو ا کے قریب سے ہٹانے میں کام صَرف کرنا پڑیگا۔ اور جب امتحانی بھرن' ا کو تقریباً چُھو رہی ہوگی تو اِس صورت میں جو کام درکار ہوگا وہ دُوسری حالتوں کے مقابلہ میں سب سے زیادہ ہوگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ ا کے قریب کے نقطوں پر برقی قوّہ کمترین ہے۔ پھر فاصلہ کے ساتھ ساتھ بالتدریج بڑھتا جاتا ہے اور آخرِکار ا سے بہت دُور کے نقطوں پر صِفر ہو جاتا ہے۔ اِس صورت میں ا کے گرداگرد کے میدان کو منفی قوّہ کا میدان کہتے ہیں۔

اِس استدلال سے ہم مندرجہ ذیل اہم کلیات اخذ کر سکتے ہیں:-

(ا) ثبت برقاؤ والا جسم بلند تر برقی قوّہ کے نقطہ سے اُس نقطہ کی طرف حرکت کا تقاضا کرتا ہے جس پر برقی قوّہ پست تر ہوتا ہے۔

(ب) چونکہ جسمِ مذکور پر عمل کرنے والی قوت جسمِ مذکور کے نقطۂ وقوع پر کے خطوطِ قوت کی سمت میں عمل کرتی ہے اِس لئے اگر جسمِ مذکور میں حرکت پیدا ہو تو وہ خطوطِ قوت کا مسیر مرتسم کریگی۔

(ج) ثبت برقاؤ والے اور منفی برقاؤ والے اجسام پر عمل کرنے والی قوتیں سمت کے اعتبار سے متضاد ہوتی ہیں۔ اِس لئے منفی برقاؤ والا جسم پست تر قوّہ کے نقطوں سے اُن نقطوں کی طرف حرکت کا تقاضا کرتا ہے جن پر قوّہ بلند تر ہوتا ہے۔

برق کا "بہاؤ"۔۔۔۔۔۔ اُوپر کی تقریروں میں ہم نے یوں تصور کیا ہے کہ ثبت امتحانی بھرن کو ہم چھوٹے سے محفوظ کُرہ پر جس کو ایک غیر مُوصِل واسطہ یعنی ہوا محیط ہے رکھ کر ایک نقطہ سے دُوسرے نقطہ پر لے گئے ہیں۔ اب فرض کرو کہ یہ چھوٹا سا کُرہ جو امتحانی بھرن کا حامل ہے برقی میدانِ قوت میں کسی نقطہ پر اُستوارانہ جما دیا گیا ہے اور کوئی مُوصِل مادّہ (مثلاً دھات) اِس چھوٹے سے کُرہ کے پاس ہم اِس طرح رکھتے ہیں کہ

دونوں ایک دوسرے کو چھو لیتے ہیں - اِس حالت میں اگر کُرہ کی برقی بھرن پست تر قوّہ کے علاقہ کی طرف حرکت کر سکتی ہے تو یہ بھرن کُرہ کو چھوڑ دیگی اور آخرِ کار مُوصِل کے اُس حِصہ پر پائی جائیگی جو پست ترین قوّہ کے علاقہ میں واقع ہے - یہ امر اصطلاحاً یوں بیان کیا جاتا ہے کہ :-

برق مُوصِل میں بلند تر قوّہ کے محل سے پست تر قوّہ کے محل کی طرف "بہتی" ہے۔

قوّہ کے فرق اور برق کے "بہاؤ" کا تعلق علت و معلول کا تعلق ہے - لیکن اِس علت سے معلولِ مذکور صرف اُسی حالت میں پیدا ہوتا ہے جب کہ واسطہ مُوصِل ہو - کامل غیر مُوصِل واسطہ میں اگر قوّہ کا اختلاف بھی ہو تو اِس صورت میں بھی اُس میں سے برقی رَو نہیں گزرتی - اِس قسم کے واسطہ پر ایک اَور طرح کا اثر ہوتا ہے - یعنی وہ فساد کی حالت میں پڑ جاتا ہے۔

کسی مُثبت برقاؤ والے محفوظ جسم کو تار کے ذریعہ زمین کے ساتھ مِلا دو تو برقی بھرن تار کے رستے تیز تیز "بہ" جائیگی - اور مُوصِل بہت جلد انبھرا ہو جائیگا۔ اِس صورت میں ظاہر ہے کہ میدانِ قوت جو اِس سے قبل مُوصل کو محیط تھا اب غائب ہو گیا ہے - اور واقعہ یہ ہے کہ بھرن کا ہر حصہ جب تار میں سے گزرتا ہے

تو وہ خطوطِ قوت جو اِس حصہ سے متعلق ہوتے ہیں وہ بھی اِس کے ساتھ ساتھ چلے جاتے ہیں - اِس لئے برق کے "بہاؤ" کو ہم یوں تصور کر سکتے ہیں کہ وہ گویا خطوطِ قوت کا غائب ہو جانا ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ واسطۂ محیط اپنی فساد کی حالت سے آزاد ہو جاتا ہے -

منفی برقاؤ والے کُرہ کے متعلق ہم یوں کہہ سکتے ہیں کہ اِس کی بھرن جب تار کے رستے زمین کی طرف جاتی ہے تو اِس حالت میں اُس کی حرکت پست تر قوّہ سے بلند تر قوّہ کی طرف ہوتی ہے - اور یہ ظاہر ہے کہ یہ واقعہ اُس نتیجہ کے خلاف ہے جو ہم نے اُوپر کی تقریروں میں پیدا کیا ہے - اِس لئے اِس واقعہ کو یوں تصور کرنا چاہیئے کہ برق تار کے رستے زمین سے جسمِ مذکور کی طرف آتی ہے یہاں تک کہ جسمِ مذکور کا قوّہ بڑھ کر صفر ہو جاتا ہے - اِس مضمون کو ہم ایک اَور طرح سے بھی بیان کر سکتے ہیں کہ منفی بھرن کا انتقال کسی سمت میں' اور مثبت بھرن کا انتقال سمتِ مخالف میں' ایک ہی چیز کے دو نام ہیں -

برقی قوّہ کی تشبیہ ——— برقی قوّہ کا مفہوم تشبیہوں سے بخوبی ذہن نشین ہو سکتا ہے - اِس میں شک نہیں کہ تشبیہ سے کسی علمی مسئلہ کی توضیح تلاش کرنا اصولاً ٹھیک نہیں - تاہم تشبیہ سے مسئلہ کے

موٹے موٹے پہلو ضرور واضح ہو جاتے ہیں۔ اِسی نکتہ کو نگاہ میں رکھ کر برقی قوّہ کی توضیح کے لئے ذیل کی تشبیہیں اختیار کی جاتی ہیں :-

۱ - دو برقائے ہوئے جسموں کے اختلافِ قوّہ کو ہم دو حوضوں میں رکھے ہوئے پانی کی بلندیِ سطح کے اختلاف سے تشبیہ دے سکتے ہیں بحالیکہ حوض ایک تنگ نلی کے ذریعہ باہم ملے ہوئے ہوں - ظاہر ہے کہ جس حوض میں پانی کی سطح بلند تر ہے اُس کا پانی نلی کے رستے دُوسرے حوض میں آئیگا اور جب تک دونوں حوضوں میں سطح کی بلندی مساوی نہ ہو جائیگی اُس وقت تک پانی برابر بہتا رہیگا۔ حوضوں میں بلندیِ سطح کی مساوات اُن دو برقائے ہوئے مُوصِلوں کے قوّہ کی مساوات کی مشابہ ہے جو تار کے ذریعہ باہم مِلا دئے گئے ہوں -

۲- کوئی سرد جسم کسی گرم جسم سے چُھوتا ہُوا رکھ دیا جائے تو حرارت گرم جسم سے نکل کر سرد جسم میں جاتی ہے اور حرارت کا "بہاؤ" تپش کے اختلاف پر موقوف ہوتا ہے - چنانچہ دونوں جسم جب مساوی تپش پر آجاتے ہیں تو یہ حرارت کا "بہاؤ" تھم جاتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ دو جسموں کا اختلافِ تپش دو برقائے ہوئے جسموں کے اختلافِ قوّہ کا مشابہ ہے۔

اِن تشبیہوں میں ایک بہت بڑا نقص یہ ہے کہ اِن سے برقائے ہوئے جسموں کے میدانِ قوت کی طرف ذہن منتقل نہیں ہوتا - علاوہ بریں یہ تشبیہیں صرف ایک خاص حد تک کام دیتی ہیں - اِس لئے طالبِ علم کو چاہیئے کہ اِن تشبیہوں پر، جو برقی قوّہ کے اصول سمجھنے کے لئے بادی النظر میں بہت سہل اور نہایت موزون معلوم ہوتی ہیں، زیادہ اعتماد نہ کرے -

پہلی فصل کی مشقیں

۱ - تم کس طرح ثابت کروگے کہ پیتل کی سلاخ کو بھی برقا سکتے ہیں ؟ پیتل کی سلاخ کو جب شیشہ کی سلاخ سے رگڑتے ہیں تو اِس رگڑ سے شیشہ کی سلاخ صرف معمولی سی برقائی ہوئی معلوم ہوتی ہے - اِس واقعہ کی توجیہ مفصل بیان کرو -

۲ - تم کس طرح ثابت کروگے کہ شیشہ اور ریشم کو جب باہم رگڑتے ہیں تو اِن میں برقاؤ کی کیفیت پیدا ہوتی ہے اور اِن کا برقاؤ مساوی اور متضاد ہوتا ہے ؟

۳ - جب کسی جسم کے متعلق یہ معلوم کرنا ہوتا ہے کہ وہ برقایا ہُوا ہے یا نہیں تو اِس مطلب کے لئے ہم ریشمی تاگے کے ساتھ لٹکتی ہوئی گُودے کی برقائی ہوئی گولی سے کام لیتے ہیں - بتاؤ اِس امتحان میں دفع کو جذب پر

کیوں ترجیح دی جاتی ہے۔

۴ - گودے کی ایک برقائی ہوئی گولی سوتی تاگے کے ساتھ لٹک رہی ہے اور تاگا ایک شیشہ کی سلاخ کے ساتھ بندھا ہوا ہے۔ اس گولی کے قریب جب ہم چپڑا لاکھ کی ایک برقائی ہوئی سلاخ لاتے ہیں تو گولی ابتدا میں تو اُس سے بھاگتی ہے۔ لیکن پھر اُس کا بھاگنا بالتدریج کم ہوتا جاتا ہے۔ اور آخرِکار وہ کشش میں بدل جاتا ہے۔ اِن واقعات سے تم کیا نتیجہ نکالو گے؟

۵ - چپڑا لاکھ کی برقائی ہوئی سلاخ سے برقاؤ کے کلیتہً الگ کر دینے کا سادہ ترین قاعدہ کیا ہے؟ اِس مطلب کے لئے اگر ہاتھ سے کام لیا جائے تو اِس میں کس بات کی احتیاط ضروری ہے؟

۶ - برق نما اوراقِ طلائی کو صرف پشمینہ ہی سے منفی طور پر برقانا ہو تو اِس مطلب کے لئے تم کونسا طریقِ عمل اختیار کروگے؟

۷ - کسی خاص تجربہ کے لئے برقائے ہوئے برق نما اوراقِ طلائی کی ضرورت ہے۔ اور مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ طلائی ورقوں کا انفراج ضرورت سے زیادہ ہے۔ برقاؤ کی اِس زیادتی کو کس طرح دُور کرنا چاہئے کہ یہ آلہ برقاؤ سے کلیتہً خالی نہ ہو جائے؟

۸ - مساوی جسامت کے دو دھاتی کُرے غیر موصل اِستادوں پر کھڑے ہیں۔ اِن میں سے ایک مثبت طور پر برقایا ہُوا ہے اور دُوسرا منفی طور پر۔ اور دونوں کا برقاؤ مساوی ہے۔

یہ کُرے ایک دُوسرے کے قریب رکھ دئے گئے ہیں۔لیکن اِتنے قریب نہیں کہ اِن سے شرارہ پیدا ہو سکے۔ مفصل بیان کرو کہ یہ کُرے جب اِس طرح رکھے ہونگے تو اِن کے برقاؤ اور برقی میدان کے خطوطِ قوت کا عمومی انداز کیا ہوگا؟

۹- دو مساوی جسامت کے دھاتی کُروں کو مساوی طور پر برقا دیا گیا ہے اور دونوں کا برقاؤ ایک ہی جنس کا ہے۔ اِنہیں ہم ایک دُوسرے کے پاس رکھتے ہیں لیکن باہم مَس کرنے کا موقع نہیں دیتے۔ نقشہ بنا کر دکھاؤ کہ اِن کُروں پر برق کس انداز سے پھیلی ہوئی ہے۔

۱۰- تانبے کا ایک اَنبرقایا محفوظ گولہ ایک منفی برقاؤ والے مُوصِل کے پاس لٹک رہا ہے۔ یہ گولہ ذرا سی دیر کے لئے، برقائے ہوئے مُوصِل کو چُھو لیتا ہے۔ کیا اِس واقعہ سے گولے کے قوّہ میں کچھ فرق آ گیا ہے؟ اگر فرق آ گیا ہے تو یہ فرق کس طرح پیدا ہُوا ہے؟ اب اِس گولے کو اگر ذرا سی دیر کے لئے زمین کے ساتھ ملا دیا جائے تو اِس سے گولے کے قوّہ پر کیا اثر ہوگا؟

۱۱- سطح کی بلندی، تپش، اور برقی قوّہ کی مشابہت سے بحث کرو۔

۱۲- ایک چھوٹے سے محفوظ اَنبرقائے کُرہ کو کسی مثبت برقاؤ والے مُوصِل کے قریب رکھیں تو اِس کُرہ کا قوّہ مثبت ہو جاتا ہے۔ کُرۂ مذکور پر اگر پہلے ہی سے خفیف سی

منفی بھرن موجود ہو تو اِس صورت میں اُس کے قوّہ پر کیا اثر ہوگا؟ کُرہ مُوصِلِ مذکور کے قریب رکھ دینے کے بعد اگر ذرا سی دیر کے لئے زمین کے ساتھ ہلا دیا جائے تو اِس کا کیا نتیجہ ہوگا؟ اور مُوصِل اور کُرہ کے درمیانی فاصلہ کا اِس نتیجہ پر کیا اثر ہوگا؟

۱۳- کسی منفی برقاؤ والے محفوظ کُرہ کے لئے ذیل کی باتیں کِن شرائط کے ماتحت ممکن ہیں:—

(ا) قوّہ صفر ہو۔

(ب) قوّہ مثبت ہو۔

۱۴- کسی مثبت برقاؤ والے محفوظ کُرہ کے قریب کوئی اور مثبت برقاؤ والا جسم لے آئیں تو کُرۂ مذکور کے قوّہ پر اِس کا کیا اثر ہوگا؟

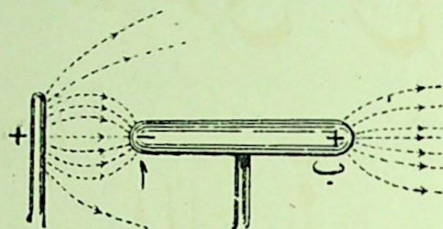
۱۵- شیشہ کی سلاخ کو ہم ریشمی رُومال سے اور چپڑا لاکھ کے ٹکڑے کو فلالین سے رگڑتے ہیں۔ تم کس طرح ثابت کروگے کہ شیشہ کی سلاخ کا برقاؤ چپڑا لاکھ کے برقاؤ سے مختلف ہے؟

دُوسری فصل

اِمالۂ برقی

چاشنی گیر ــــــ چاشنی گیر ایک سادہ سا آلہ ہے - اِمالہ کے متعلق جو تجربے کئے جاتے ہیں اُن میں اِس کی اکثر ضرورت پڑتی ہے - یہ آلہ پیتل یا تانبے کے پتلے سے قُرص (تقریباً ۲ سمر قطر) پر مشتمل ہوتا ہے جو غیر مُوصِل دستہ پر لگا دیا جاتا ہے -

تجربہ ۱۳ ــــــ **اِمالی بھرن اُستوانہ پر** - کسی غیر مُوصِل اِستادہ پر ایک لکڑی کا اُستوانہ رکھو جس کے سِرے گول کر دئے گئے ہوں اور اُس پر قلعی کے ورق یا گریفائیٹ (Graphite) کی تہ چڑھا دی گئی ہو - ولکنائیٹ (Vulcanite) کی بے پالش سلاخ چوبی ٹیکن میں لگا کر عموداً کھڑی کر دی جائے تو اِس سے ایک عمدہ اِستادہ بن سکتا ہے - جیسا کہ شکل ۱۴ میں دکھایا گیا ہے شیشہ کی سلاخ کو ریشمی کپڑے سے رگڑ کر اُستوانہ کے ایک سِرے کے قریب رکھو - اور

چاشنی گیر کے چوڑے پہلو سے اُستوانہ کے سِرے ا کو چھو لو۔

شکل ۷

پھر اِس چاشنی گیر کو منفی برقاؤ والی گُودے کی برق نما گولی کے پاس لے جاؤ۔ دیکھو نتیجہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ چاشنی گیر میں بھی منفی برقاؤ ہے۔ اب شیشہ کی سلاخ کو پھر اُسی جگہ پر رکھو جہاں وہ پہلے رکھی گئی تھی۔ اور اُستوانہ کے دُوسرے سِرے کو چاشنی گیر سے چُھو کر چاشنی گیر کے برقاؤ کا امتحان کرو۔ دیکھو اِس صورت میں چاشنی گیر کا برقاؤ مُثبت ہے۔

چاشنی گیر جب اُستوانہ کو چُھوتا ہے تو وہ مُوصلیت کے اعتبار سے اُستوانہ کا جُز بن جاتا ہے۔ اور اِس لئے اُستوانہ کے سِروں پر جو برقاؤ موجود ہوتا ہے اُس کا کچھ حِصّہ حسبِ حیثیت یہ بھی لے لیتا ہے۔

اِمالی بھرنیں —— جب کوئی مُثبت برقاؤ والی سلاخ محفوظ اُستوانہ کے سِرے ا کے قریب رکھی جاتی ہے تو تجربہ سے ثابت ہے کہ سِرے ا پر منفی اور سِرے

ب پر مثبت برقاؤ پیدا ہو جاتا ہے - شکل ۔۔ پر غور کرو - اِس میں یہ دکھایا گیا ہے کہ اِس تجربہ میں خطوطِ قوت کا عمومی انداز کیا ہے - سرے ب کے مقابلہ میں سرا ا شیشہ کی سلاخ کے قریب تر ہے - اِس لئے اُس کا قوّہ بھی بلند تر ہے - اُستوانہ چونکہ مُوصِل ہے اِس لئے برق' ا سے ب کی طرف "بہتی" ہے اور جب تک تمام اُستوانہ کا قوّہ ہموار نہ ہو جائے برابر "بہتی" رہتی ہے - برقی قوت کے خطوط' شیشہ کی سلاخ پر کی بھرن سے خروج کر کے ا پر کی منفی بھرن تک پہنچتے ہیں - خطوطِ قوت ب پر کی مثبت بھرن سے بھی خروج کرتے ہیں - لیکن اُستوانہ کے سرے ا کی طرف نہیں آتے بلکہ کمرے کی دیواروں کی طرف چلے جاتے ہیں - شکل پر غور کرو - دیکھو سلاخ سے خروج کرنے والے خطوط کو ا کی طرف کس طرح اِستدقاق ہوتا جاتا ہے - اور ب سے خروج کرنے والے خطوط باہر کی طرف توسّع ہوتے جاتے ہیں - یہ واقعات اِس بات پر دلالت کرتے ہیں کہ خطوطِ قوت کے لئے اِردگرد کی ہوا کے مقابلہ میں اُستوانۂ مذکور بہتر مُوصِل ہے -

اِس مقام پر جو کچھ تمہاری نگاہ سے گزرا ہے اُس کا مقابلہ' نرم لوہے میں مقناطیسی خطوطِ قوت کی روش' سے کرو تو یہ مقابلہ یقیناً معنی خیز ہوگا - شیشہ کی

برقائی ہوئی سلاخ نے اُستوانہ میں جو کیفیت پیدا کر دی ہے اُس کو ہم یوں بیان کر سکتے ہیں کہ :-

اُستوانہ پر کی بھرنیں شیشہ کی برقائی ہوئی سلاخ سے اِمالۃً پیدا ہوتی ہیں۔

جب شیشہ کی سلاخ ہٹا لی جاتی ہے تو برقی میدان بھی اِس کے ساتھ ہی چلا جاتا ہے اور اُستوانہ کو متاثر کرنے کے لئے کوئی خطِ قوت باقی نہیں رہتا۔ ا اور ب پر کی منفی اور مثبت بھرنیں تمام اُستوانہ پر پھیل جاتی ہیں اور کلیتہً ایک دُوسرے کی تعدیل کر دیتی ہیں - جب یہ حال ہو تو ظاہر ہے کہ یہ بھرنیں مقدار میں مساوی ہونی چاہئیں۔

تجربہ ۱۴ ـــــــ اُنبرقایا اُستوانہ۔

شیشہ کی برقائی ہوئی سلاخ کو محفوظ اُستوانہ سے دُور لے جاؤ۔ پھر چاشنی گیر سے اِس محفوظ اُستوانہ کے برقاؤ کا امتحان کرو۔ دیکھو اُستوانہ پر برقاؤ کی کوئی علامت نظر نہیں آتی۔

تجربہ ۱۵ ـــــــ متضاد اِمالی برقاؤ۔

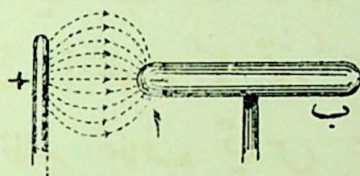
اُستوانہ کے سرے ا کے قریب پھر شیشہ کی برقائی ہوئی سلاخ رکھو۔ اور اُستوانہ کو اُنگلی سے چُھو لو۔ اِس کے بعد ا اور ب پر کے برقاؤ کا امتحان کرو۔ دیکھو ا پر حسبِ سابق منفی برقاؤ موجود ہے اور ب پر کا برقاؤ غائب ہو گیا ہے۔

شکل ۸ پر غور کرو۔ اِس میں شیشہ کی برقائی

ہوئی سلاخ کے زیرِ اثر رکھے ہوئے محفوظ اُستوانہ کو اُنگلی سے چھو لینے کا نتیجہ دکھایا گیا ہے - اُستوانہ کا قوّہ گھٹ کر صفر ہو گیا ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ اب کوئی خطِ قوت سِرے ب سے کمرے کی دیواروں کی طرف خروج نہیں کرتا اور چھونے سے قبل اِس سِرے پر جو برقاؤ پھیلا ہوُا تھا وہ غائب ہو گیا ہے - وہ

+ ا ب

شکل ۷

تجربہ ۱۵

چند خطوطِ قوت جو اُستوانہ کو اُنگلی سے چھونے کے قبل کمرے کی دیواروں تک یا اُن سے بھی آگے جا کر اپنے برابر کے منفی برقاؤ میں ختم ہوتے تھے اب زمین کے ساتھ اُستوانہ کا تعلق ہو جانے کے بعد وہ کمتر فاصلہ طے کر کے سِرے ا پر ہی مساوی منفی برقاؤ پا لیتے ہیں - یہ' قلیل تر مسیر کو ترجیح دینے کی خاصیت' کوئی نئی خاصیت نہیں - یہ' طول کو گھٹا لینے کے اُسی تقاضے کا نتیجہ ہے جو تمام خطوطِ

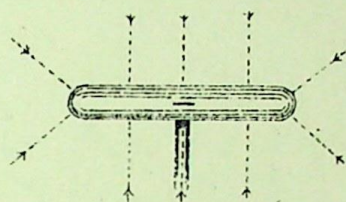
قوت میں پایا جاتا ہے۔

اِن تمام واقعات کا نتیجہ یہ ہے کہ محفوظ اُستوانہ کو زمین سے مِلا دینے کے بعد سِرے پر خطوطِ قوت زیادہ تعداد میں پہنچتے ہیں اور اِس لئے پہلی حالت کے مقابلہ میں اب سِرے ا پر منفی برقاؤ ذرا زیادہ ہے۔

اُوپر کی تقریر میں ہم نے اِس بات کی طرف بھی اشارہ کیا ہے کہ مثبت قوّہ کے علاقہ میں رکھے ہوئے اُستوانہ کا قوّہ' صفر ہو سکتا ہے۔ اور یہ بات بہ ظاہر خلافِ قیاس معلوم ہوتی ہے۔ اِس مسئلہ کو وضاحت کے ساتھ ذہن نشین کرنے کے لئے اِس حقیقت کو نگاہ میں رکھنا چاہیئے کہ اُستوانہ پر منفی برقاؤ موجود ہے۔ اُستوانہ کے قُرب و جوار میں کوئی برقایا ہؤا جسم موجود نہ ہو تو یہ منفی برقاؤ اُستوانہ میں منفی قوّہ پیدا کر دیگا۔ لیکن یہاں واقعات اِس نتیجہ کے خلاف ہیں۔ چنانچہ اُستوانہ کے خارج کا میدان اِس امر کا متقاضی ہے کہ اُستوانہ میں مثبت قوّہ پیدا کر دے۔ یہ دونوں اثر باہم مساوی اور متضاد ہیں اس لئے اُستوانہ کا قوّہ بہ ظاہر صفر معلوم ہوتا ہے۔

تجربہ ۱۶ —— منفی برقاؤ کی اِمالی پیدائش — محفوظ اُستوانہ کے ایک سِرے کے قریب شیشہ کی

برقائی ہوئی سلاخ لاؤ اور اُستوانہ کو ذرا سی دیر کے لئے اُنگلی سے چُھو لو - پھر سلاخ کو ہٹا کر دُور لے جاؤ - اور اُستوانہ کے ا اور ب دونوں سِروں کے برقاؤ کا امتحان کرو-

شکل ۹

تجربہ ۱۶

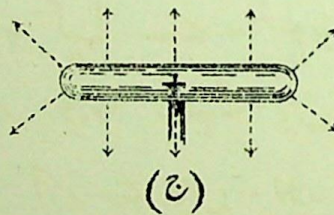
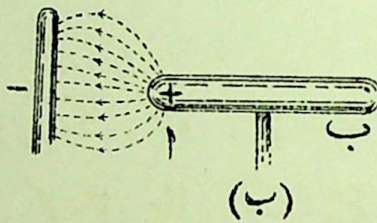
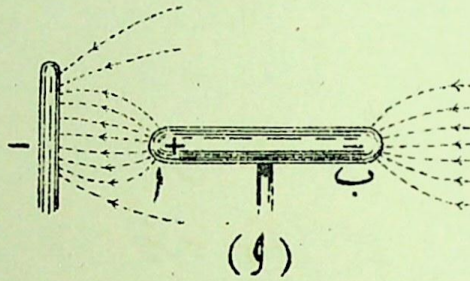
دیکھو دونوں سِروں کا برقاؤ منفی ہے - اور اُستوانہ کی سطح کے تمام حصوں کا یہی حال ہے - یعنی اُستوانہ میں اِمالۃً منفی برقاؤ پیدا ہو گیا ہے - خطوطِ قوت جو منفی برقاؤ کے ساتھ ساتھ بالضرور موجود رہتے ہیں اب تمام سِمتوں سے اُستوانہ کی طرف آ رہے ہیں - اور یہ ظاہر ہے کہ اُن کی ابتدا کسی مساوی ثبت بھرن سے ہونی چاہیئے - یہ بھی ظاہر ہے کہ اِن کی ابتدا شیشہ کی سلاخ سے نہیں کیونکہ شیشہ کی سلاخ کو ہم نے اُستوانہ سے بہت دُور ہٹا دیا ہے - آگے چل کر ہم ثابت کرینگے کہ اِن خطوط کی ابتدا کمرے کی دیواروں (شکل ۹) سے ہوتی ہے -

تجربہ ۱۷ ــــــــ مثبت برقاؤ کی اِمالی پیدائش ـــ تجربۂ بالا میں شیشہ کی سلاخ کی بجائے ولکنائیٹ (Vulcanite) کی برقائی ہوئی سلاخ استعمال کرو۔ دیکھو اب ا پر مثبت برقاؤ ہے اور ب پر منفی۔ شکل ۱۰ میں جو کچھ دکھایا گیا ہے تجربوں سے اُس کی تصدیق کرو۔

(ا)

(ب)

(ج)

شکل ۱۰

محفوظ اُستوانہ پر مثبت برقاؤ کی اِمالی پیدائش

شکل ۱۰ (ا) میں نقطہ ب بہ مقابلۂ ا بلند تر

قوّہ پر ہے ۔ اِس لئے برق، ب سے ا کی طرف "بہتی" ہے ۔

شکل ۱۰ (ب) میں ب کو زمین سے مِلا دیا گیا ہے اور برق، زمین سے اُستوانہ کی طرف چلی گئی ہے یہاں تک کہ اُستوانہ کا قوّہ صفر ہو گیا ہے ۔ یہ ظاہر ہے کہ ب میں داخل ہونے والے خطوطِ قوت اب برباد ہو گئے ہیں ۔

شکل ۱۰ (ج) میں ولکنائیٹ (Vulcanite) ہٹا لیا گیا ہے ۔ اِس لئے وہ مثبت بھرن جو اِس سے قبل ا پر تھی اب تمام اُستوانہ پر پھیل گئی ۔ اور **اُستوانہ میں اِمالۃً مثبت برقاؤ پیدا ہو گیا ہے ۔**

آزاد اور مقیّد بھرنیں ——— برق کے مسائل میں اِن اصطلاحوں سے اکثر سابقہ پڑتا ہے ۔ اُوپر کی تقریروں میں تم نے دیکھ لیا ہے کہ برقی قوت کے میدان میں رکھے ہوئے محفوظ اُستوانہ کو جب اُنگلی سے چُھو لیتے ہیں تو اُس پر کی ایک بھرن غائب ہو جاتی ہے اور ایک باقی رہ جاتی ہے ۔ اِن واقعات کو یوں سمجھو کہ جو بھرن باقی رہ جاتی ہے وہ گویا برقی میدان کی قید میں ہے ۔ اِس لئے اِس بھرن کو **مقیّد بھرن** کہتے ہیں اور وہ بھرن جو برقی میدان کی قید میں نہیں اور اِس لئے اُستوانہ کو چُھو لینے پر غائب ہو جاتی ہے، **آزاد بھرن** کہلاتی ہے ۔ مثلاً تجربہ ۱۳ میں سرے ب پر جو مثبت بھرن ہے اُسے آزاد بھرن

کھینچیگے اور سِرے اپر جو منفی بھرن ہے وہ مقید بھرن کہلائیگی -

اَنبرقائے اجسام کی اِمالی کشش — کسی اُستوانہ کو اِس طرح سہارے پر رکھو کہ وہ آزادانہ گھوم سکے - اور اِس کے ایک سِرے کے دائیں یا بائیں پہلو کے قریب برقائی ہوئی سلاخ لاؤ - خطوطِ قوت اُستوانہ کو کھینچ کر اِس برقائی ہوئی سلاخ کی طرف لائینگے -

اِسی طرح اگر برقائی ہوئی سلاخ اُستوانہ کے ایک سِرے سے اُوپر کی طرف (یا نیچے کی طرف) رکھی جائے تو یہ سِرا اُوپر اُٹھنے (یا نیچے کی طرف جُھکنے) کا تقاضا کریگا -

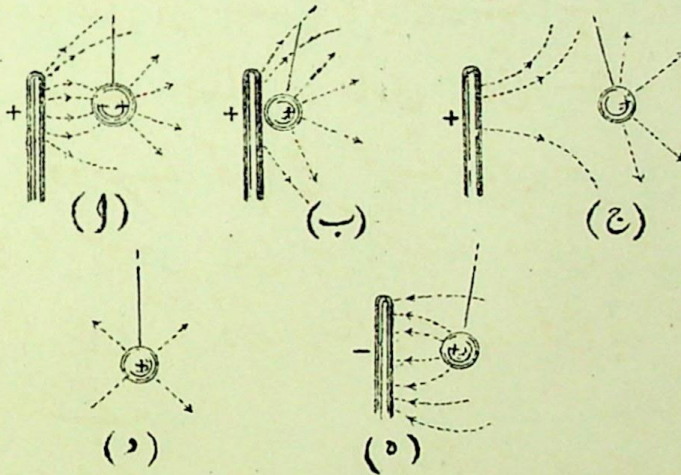
چنانچہ تجربہ ۲۲ میں ہم اِس قسم کے نتائج دیکھ چکے ہیں - تجربۂ مذکور میں چاشنی گیر کی مدد سے ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ چفتی کے سِروں پر اِمالی بھرنیں موجود ہیں -

تجربہ ۱ میں جو ہلکے اجسام کو تم نے برقائی ہوئی سلاخ کی طرف کِھنچتے ہوئے دیکھا ہے وہ بھی اِسی اثر کا نتیجہ ہے - کشش سے پہلے ہر ٹکڑے پر اِمالی اثر ہوتا ہے - ٹکڑے اگر میز پر پڑے ہیں تو ظاہر ہے کہ وہ زمین کے ساتھ مِلے ہوئے ہیں - اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ تجربۂ مذکور میں ٹکڑوں کے گرد جو برقی میدان پیدا ہوتا ہے وہ اُس اُستوانہ کے

برقی میدان کا مشابہ ہے جس کے قریب برقائی ہوئی سلاخ (تجربہ ۱۵) رکھی ہو اور اُستوانہ کو اُنگلی سے چُھو کر زمین کے ساتھ مِلا دیا گیا ہو۔

گُودے کی برق نما گولی کے پاس جب ہم شیشہ کی برقائی ہوئی سلاخ لاتے ہیں تو اِس سلاخ کے زیرِ عمل گولی کا جو حال ہوتا ہے اُس کے مختلف مدارج شکل ۱۱ میں دکھائے گئے ہیں۔ تفصیل اِن کی حسبِ ذیل ہے :-

(ا) (ب) (ج) (د) (ہ)

شکل ۱۱

شیشہ کی برقائی ہوئی سلاخ کا عمل گُودے کی برق نما گولی پر

(ا) گولی سلاخ کی طرف کھِنچ رہی ہے۔

(ب) گولی نے کشش کی وجہ سے سلاخ کو چھُو لیا ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ گولی کے قریبی پہلو اور سلاخ کے درمیان جو خطوطِ قوت تھے وہ برباد ہو گئے ہیں۔

(ج) گولی نے جب سلاخ کو چھُو لیا ہے تو اس کے بعد گولی کے صرف دُوسرے پہلو پر کے خطوطِ قوت باقی رہ گئے ہیں۔ اب اِن کا تقاضا یہ ہے کہ گولی کو سلاخ سے ہٹا کر دُور لے جائیں۔ شکل کے حصّہ (ج) میں یہی کیفیت دکھائی گئی ہے۔ یہ وُہی کیفیت ہے جو مشابہ برقاؤ والے اجسام پر طاری ہوتی ہے۔ یعنی وہ ایک دُوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

(د) اِس میں یہ کیفیت دکھائی گئی ہے کہ سلاخ کو دُور ہٹا لینے پر گولی پر مثبت برقاؤ ہے۔

(ہ) اِس میں یہ دکھایا گیا ہے کہ مثبت برقاؤ والی گولی کے قریب جب منفی برقاؤ والی سلاخ آتی ہے تو گولی پر کیا اثر ہوتا ہے۔

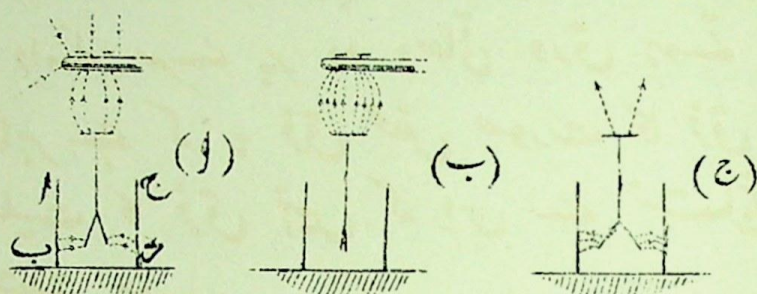
برق نما اوراقِ طلائی کا نظریہ —— تجربہ ۱۶ اور تجربہ ۱۷ کا نظریہ برق نما اوراقِ طلائی پر بخوبی جاری ہو سکتا ہے۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ یہاں محفوظ اُستوانہ کی

بجائے ایک محفوظ مُوصِل ہوتا ہے جس کے اُوپر والے سِرے پر دھات کا ایک چپٹا قُرص لگا دیا جاتا ہے اور نیچے والے سِرے پر دو دھاتی ورق ہوتے ہیں۔ اور یہ ظاہر ہے کہ یہ فرق محض صورت کا فرق ہے۔ کوئی اصلیت کا فرق نہیں کہ اِس سے نتائج کا اختلاف متصوّر ہو۔

تجربہ ۱۸ — اِمالہ سے برق نما کا برقانا —

(ا) ولکنائیٹ (Vulcanite) کی ایک منفی طور پر برقائی ہوئی سلاخ قُرص کے اُوپر لاؤ۔ دیکھو قُرص کے مقابلہ میں ورقوں کا قوّہ بلند تر ہوگیا۔ اِس لئے برق، طلائی ورقوں سے قُرص کی طرف جاتی ہے جس سے طلائی ورقوں میں منفی اور قُرص میں مثبت برقاؤ ہو جاتا ہے۔ پھر ورقوں کا منفی برقاؤ قلعی کی پٹّی پر اِمالۃً مثبت برقاؤ پیدا کر دیتا ہے۔ خطوطِ قوت (شکل ۱۲ ا) قلعی کی ہر پٹّی سے خروج کرتے ہیں اور قریب ترین ورق تک پہنچتے ہیں۔ اِس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ورق ایک دُوسرے سے پرے ہٹ جاتے ہیں۔ اِتنی ہی تعداد میں خطوطِ قُوت قُرص سے ولکنائِیٹ (Vulcanite) تک جاتے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ اَوراقِ طلائی کے انفراج کی وسعت اُن خطوطِ قوت کی تعداد پر موقوف ہونی چاہیئے جو قلعی کی پٹّی سے اَوراقِ

طلائی تک پہنچتے ہیں -

(ا) (ب) (ج)

شکل ۱۲

برق نما اَوراقِ طلائی پر برقائی ہوئی سلاخ کا
عمل اور اُس کے مدارج

(ب) ولکنائیٹ کو اُسی حالت میں رکھو اور قُرص کو اُنگلی سے چُھو لو - اَوراقِ طلائی کا قوّہ بڑھ کر صفر ہو جائیگا - اور قلعی کی پتّی اور اَوراقِ طلائی کے درمیانی خطوطِ قوت غائب ہو جائینگے - پھر اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ ورق (شکل ۱۲ ب) اکٹھے ہو جائینگے -

(ج) اب ولکنائیٹ (Vulcanite) کو دُور ہٹا دو - اِس صورت میں قُرص پر کی مثبت بھرن تمام مُوصل پر پھیل جائیگی اور اِس کا کچھ حصہ طلائی اَوراق پر بھی پہنچ جائیگا جس سے قلعی کی پتّی پر اِمالۃً منفی برقاؤ ہو جائیگا - اور اِس طرح جو خطوطِ قوت پیدا ہونگے وہ طلائی اَوراق کو ایک دُوسرے سے پرے (شکل ۱۲ ج) ہٹا دینگے - اِس واقعہ کو

ہم یوں بیان کرتے ہیں کہ

برق نما اِمالۃً مثبت طور پر برقا دیا گیا ہے -

(د) اب قُرص کے اُوپر ولکنائیٹ (Vulcanite) کی بجائے مثبت طور پر برقائی ہوئی شیشہ کی سلاخ لاؤ - اِس سے قُرص کا قوّہ طلائی اوراق کے قوّہ سے بلند تر ہو جائیگا - اِس لئے اوراق میں اور برق داخل ہوگی - اور خطوطِ قوت کی تعداد کے اِزدیاد سے اوراق کا انفراج بڑھ جائیگا -

(ہ) قُرص کے اُوپر ولکنائیٹ (Vulcanite) کی منفی طور پر برقائی ہوئی سلاخ لاؤ - اب قُرص کا قوّہ طلائی اوراق کے قوّہ سے پست تر ہے - اِس لئے برق طلائی اوراق سے قُرص کی طرف آتی ہے اور اِس سے طلائی اوراق اور قلعی کی پتّی کے درمیانی خطوطِ قوت کی تعداد گھٹ جاتی ہے - نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ طلائی اوراق کا انفراج بھی گھٹ جاتا ہے -

(و) اب اِس تجربہ کے حِصّہ (ا) تا (ج) میں منفی طور پر برقائے ہوئے ولکنائیٹ (Vulcanite) کی بجائے مثبت طور پر برقائی ہوئی شیشہ کی سلاخ استعمال کرو - دیکھو اِس صورت میں جب قُرص کو اُنگلی سے چھو لینے کے بعد اِس خارجی مثبت بھرن کو آلہ سے دُور ہٹا لیتے ہیں تو آلہ میں منفی بھرن ہو جاتی ہے -

قُرص کے اُوپر باری باری سے مثبت اور منفی

طور پر برقائی ہوئی چیزیں لاؤ تو تم دیکھو گے کہ قُرص کے اُوپر جب مُثبت بھرن آتی ہے تو طلائی اَوراق کا اِنفراج گھٹ جاتا ہے۔ اور جب منفی بھرن آتی ہے تو وہ بڑھ جاتا ہے۔

(ز) اپنا ہاتھ یا کوئی اَور زمین سے مِلا ہُوا مُوصِل اِس برقائے ہوئے برق نما کے قُرص کے اُوپر اِس طرح لاؤ کہ مُوصِل قُرص کے قریب رہے اور اُسے چُھونے نہ پائے۔ دیکھو اَوراق کے انفراج میں تغیر نظر آتا ہے۔ اِس تغیر کی توجیہ پر غور کرو۔

ظاہر ہے کہ برقائے ہوئے برق نما کی مدد سے ہم اجسام کے برقاؤ کی نوعیت معلوم کر سکتے ہیں۔ اِس مطلب کے لئے ذیل کے قواعد نگاہ میں رکھو:۔

برق نما اگر مُثبت طور پر برقایا گیا ہے تو:۔

۱۔ اِنفراج کا بڑھ جانا مُثبت برقاؤ کی دلیل ہوگا۔

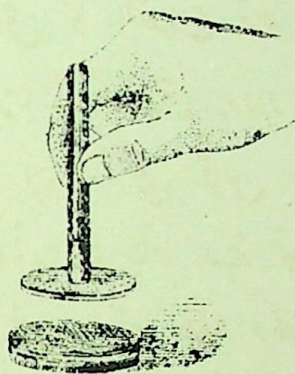
۲۔ اِنفراج کا گھٹ جانا منفی برقاؤ پر (یا زمین سے مِلے ہوئے مُوصِل پر) دلالت کریگا۔

اور برق نما اگر منفی طور پر برقایا گیا ہے تو:۔

۱۔ اِنفراج کا بڑھ جانا منفی برقاؤ کی دلیل ہوگا۔

۲۔ اِنفراج کا گھٹ جانا مُثبت برقاؤ پر (یا زمین سے مِلے ہوئے مُوصِل پر) دلالت کریگا۔

برق بردار ——— یہ آلہ برقائی ہوئی شیشہ یا ولکنائیٹ (Vulcanite) کی سلاخوں کی بہ نسبت بڑی بڑی برقی بھرنیں پیدا کر سکتا ہے - یہ آلہ ۱۷۷۵ء میں وولٹا[۱] نے اختراع کیا تھا - اِس آلہ کے ضروری اجزا حسبِ ذیل ہیں :-

شکل ۱۳
برق بردار

۱ - ولکنائیٹ کی ایک گول تختی -
۲ - چپڑا لاکھ -
۳ - دھات کا ایک چوڑا قرص جس کے ساتھ محافظ دستہ (شکل ۱۳) لگا ہوتا ہے -

---

[۱] Volta

تجربہ ۱۹ ——— برق بردار کا استعمال -

برق بردار کی تختی کو پشمینہ یا فلالین سے رگڑ کر منفی طور پر برقاؤ - پھر دھاتی قُرص کو تختی کی چپڑا لاکھ پر رکھو اور قُرص کو اُنگلی سے چھو لو - اِس کے بعد قُرص کو اُٹھا کر تختی سے دُور لے جاؤ - اور مثبت طور پر برقائے ہوئے برق نما اوراقِ طلائی کے اُوپر تھام کر اِس کی بھرن کا امتحان کرو - دیکھو اوراق کا اِنفراج بڑھ گیا - یہ واقعہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ برق بردار کے قُرص پر مثبت برقاؤ ہوگیا ہے - اب اپنی اُنگلی قُرص کے قریب لاؤ - دیکھو جب اُنگلی کا قُرب کافی ہو جاتا ہے تو قُرص سے اُنگلی کی طرف ایک چھوٹا سا شرارہ آتا ہُوا دکھائی دیتا ہے -

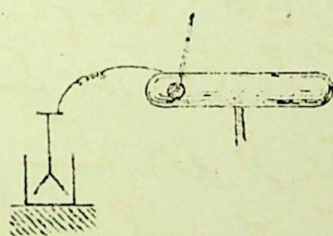
اب قُرص کو ہاتھ سے چھو کر کُلیتہً اَنبھرا کر دو - اور اُس کو دوبارہ تختی پر رکھ کر پھر وُہی تجربہ کرو - دیکھو قُرص کو ہم اِس طرح کئی بار برقا سکتے ہیں اور اِس مطلب کے لئے تختی کو دوبارہ برقانے کی ضرورت نہیں پڑتی -

مُوصِل کا قوّہ ———

قوّہ مُوصِل کے تمام نقطوں پر یکساں ہوتا ہے - اِس واقعہ کی تصدیق کے لئے ہم برقِ سکونی کے بُنیادی واقعات سے استدلال کر سکتے ہیں - کسی مُوصِل کی سطح کے دو نقطوں پر اگر قوّہ مختلف ہو تو ظاہر ہے کہ برق اُس نقطہ سے جس کا قوّہ بلند تر ہے اُس نقطہ کی

طرف چلتی رہیگی جس پر قوّہ پست تر ہے یہاں تک کہ آخرِ کار دونوں نقطوں پر قوّہ یکساں ہو جائیگا۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اُس برقی میدان میں جو تغیر پذیر نہ ہو مُوصِل کی سطح کے تمام نقطوں کا قوّہ یکساں ہونا چاہئے۔ تجربہ سے بھی ہم اِس نتیجہ پر پہنچ سکتے ہیں۔ چنانچہ تفصیل اِس کی حسبِ ذیل ہے۔

تجربہ ۲۰ – قوّہ کی مساوات۔

تجربہ ۱۳ میں جو محفوظ اُستوانہ استعمال کیا گیا تھا اُس کو برق بردار کی مدد سے برقا لو۔ پھر تانبے کے پتلے سے تار کے ذریعہ چاشنی گیر کے قُرص کو برق نما اوراقِ طلائی

شکل ۱۴

قوّہ کی مساوات کا ثبوت

کے قُرص سے ملا[1] دو۔ اب چاشنی گیر کو اُس کے محافظ

[1] اس مطلب کے لئے اِن قُرصوں میں اگر ایک ایک سُوراخ کر دیا جائے تو تجربہ میں سہولت رہتی ہے۔

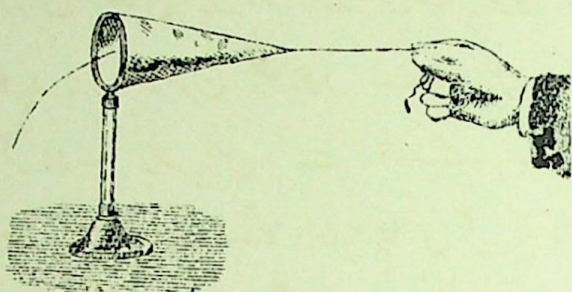
دستہ سے پکڑ کر اُستوانۂ مذکور پر رکھو۔ دیکھو اوراق میں اِنفراج (شکل ۱۴) پیدا ہو گیا۔ اِنفراج کی وسعت کو دیکھ کر ہم اُس نقطہ کے قوّت کا اندازہ کر سکتے ہیں جو چاشنی گیر کو چھو رہا ہے۔ پس چاشنی گیر کو اُستوانہ کے دیگر نقاط پر رکھتے جاؤ۔ اور اِنفراج کی وسعت پر نگاہ رکھو۔ دیکھو اِنفراج ہر حالت میں وُہی رہتا ہے۔

مجوّف مُوصِل ——— یہ بات تو تم دیکھ چکے ہو کہ برقائے ہوئے جسم کے باہر کی طرف خطوطِ قوت موجود ہوتے ہیں۔ اب یہ دیکھنا چاہیئے کہ آیا برقائے ہوئے جسم کے اندر بھی خطوطِ قوت کا کوئی شائبہ پایا جاتا ہے۔ مجوّف مُوصِل کے متعلق اِس امر کا ہم یوں امتحان کر سکتے ہیں کہ مُوصِل کو برقا کر اُس کے اندر چاشنی گیر کو داخل کریں۔ ظاہر ہے کہ مُوصِل کے اندر اگر برقاؤ موجود ہے تو اُس کا کچھ حصہ چاشنی گیر پر بھی آ جائیگا۔ جب اِس طرح سے ہم امتحان کرتے ہیں تو چاشنی گیر پر برقاؤ کا کوئی شائبہ نظر نہیں آتا۔ اور یہ واقعہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ مُوصِل کا اندرون برقاؤ سے خالی ہے۔

تجربہ ۲۱ ——— **مجوّف مُوصِل** کے اندر برقی بھرن کا نہ ہونا۔ ایک ٹین کا ڈبّا (یا معمولی

حرارہ پیما) لے کر کسی محافظ اِستادہ پر رکھو۔ اور برق بردار سے اُس کو برقاؤ۔ پھر اُس کے بیرونی پہلو کو چاشنی گیر سے چھوکر برق نما اَوراقِ طلائی پر لاؤ اور ثابت کرو کہ ڈبّے کے بیرونی پہلو پر برقی بھرن موجود ہے۔ اِس کے بعد چاشنی گیر کو اَنبھرا کر دو۔ پھر اِس سے ڈبّے کے اندرونی پہلو کو چھو لو۔ اور چھو لینے کے بعد چاشنی گیر کو اِس احتیاط کے ساتھ باہر نکالو کہ وہ ڈبّے کی بیرونی سطح کے کنارے کو چُھونے نہ پائے۔ اب برق نما سے اِس کا امتحان کرو۔ دیکھو چاشنی گیر ویسا ہی اَنبھرا ہے جیسا کہ وہ مُوصِل کے اندر داخل ہونے سے پہلے تھا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ مُوصِل ٹھوس ہو یا مجوّف اُس کا اندرون برق سے خالی رہتا ہے۔ اور برق صرف اُس کے بیرون پر ہی ظاہر ہوتی ہے۔

کسی برقائے ہوئے مجوّف برتن کو اگر ہم اِس طرح اُلٹ سکتے ہوں کہ اُس کا اندرون باہر کی طرف آ جائے تو کیا اُس کی بیرونی سطح اب اندر کی طرف جا کر بھی برقدار ہوگی؟ یا اُس کی برقی بھرن اُس کو چھوڑ کر اُس سطح پر چلی جائیگی جو اب باہر کی طرف ہے؟ اِن سوالوں کا جواب تجربۃً ہم ایک ایسے سُوتی جال (شکل ۱۵) سے پیدا کر سکتے ہیں جو کسی محافظ اِستادہ پر رکھا ہو اور ایک لمبے ریشمی تاگے کے ذریعہ ہم اُس کو اِس طرح اُلٹ سکتے ہوں

کہ اُس کا اندرون، بیرون ہو جائے - اِس طور پر ترتیب

شکل ۱۵

فیراڈے کا تیتری جال

دیا ہُوا جال فیراڈے[ف] کا تیتری جال کہلاتا ہے - اِس قسم کے جال کو جب ہم برقا دیتے ہیں تو برقانے کے بعد اُس کو اُلٹ دینے پر بھی برقاؤ اُس کی بیرونی سطح پر ہی پایا جاتا ہے - پس اِس بات کو برقی بھرن کی ایک بنیادی خاصیت کے طور پر یاد رکھنا چاہیئے کہ برقی بھرن مُوصِل جسم کی صرف بیرونی سطح پر ہی رہتی ہے -

تجربہ ۲۲ — فیراڈے کا تیتری جال - فیراڈے کے تیتری جال کو برق بردار سے برقاؤ - اور

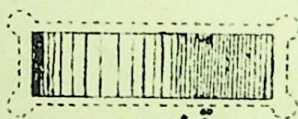
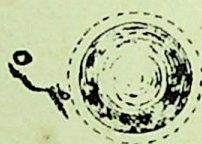
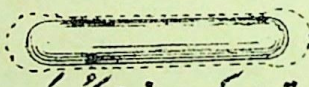
ف Faraday

چاشنی گیر سے اِس بات کا امتحان کرو کہ جال کے اندر اور باہر برقاؤ کی کیا کیفیت ہے - دیکھو برقی بھرن کُلیتہً بیرونی سطح پر ہے - اب ریشمی تاگے کی مدد سے جال کو اُلٹ دو - اور اُلٹنے میں اِس بات کی احتیاط رکھو کہ ہاتھ اِس سوتی جال کو چھُونے نہ پائے - جال کو اُلٹ دینے کے بعد پھر اُسی طرح اندرونی اور بیرونی سطحوں کا امتحان کرو - دیکھو اِس حالت میں بھی برقی بھرن جال کی بیرونی سطح پر ہے -

مُوصِل کی سطح پر برقی بھرن کا پھیلاؤ ---

مُوصِل کی سطح کے تمام نقطوں پر قوّہ یکساں ہوتا ہے - لیکن اِس سے یہ لازم نہیں آتا کہ مُوصِل کی سطح پر برقی بھرن کا پھیلاؤ بھی یکساں ہو - یعنی یہ ضروری نہیں کہ مُوصِل کی سطح پر ہر جگہ برق کی مقدار فی مربع سنٹی میٹر وُہی ہو - سہولتِ فہم کے لئے اِس مقدار کو اصطلاحاً برقی بھرن کی کثافت کہتے ہیں - اِس اصطلاح کو نگاہ میں رکھ کر اِس مضمون کو ہم یوں بیان کر سکتے ہیں کہ :-

برقائے ہوئے مُوصِل کا قوّہ تو ہموار ہوتا ہے - لیکن یہ ضروری نہیں کہ مُوصِل پر برقی کثافت بھی ہموار ہو - برقی کثافت تو مُوصِل کی شکل پر موقوف ہوتی ہے -

تجربہ ۲۳ ـــــــــــ کُرہ ـــ ایک بڑے سے محفوظ کُرہ کو برقاؤ - اور اُس کی سطح کو چاشنی گیر کے چپٹے پہلو سے چھو لو - پھر چاشنی گیر سے اُنبھرے برق نما کو چھُوؤ - دیکھو برق نما کے اوراقِ طلائی کو کِتنا انفراج ہوتا ہے - اب چاشنی گیر اور برق نما دونوں کو اُنبھرا کر دو - اور اِسی طرح کُرہ کی سطح کے دیگر مقامات کا امتحان کرو - دیکھو اِنفراج ہر حالت میں اُتنا ہی رہتا ہے - واقعہ یہ ہے کہ چاشنی گیر جب تک سطحِ کُرہ کو چھو رہا ہوتا ہے اُس وقت تک، جہاں تک برق کے بچھاؤ کا تعلق ہے، وہ سطحِ کُرہ کا ایک حِصہ بنا رہتا ہے کیونکہ برقی بھرن کُلیتہً بیرونی سطح پر ہوتی

تختی

اُستوانہ جس کے سِرے نصف کُرہ کی شکل پر ہیں

مجسّم ناقص

شکل ۱۶

مُوصلوں پر بھرن کا بچھاؤ

ہے - پھر چاشنی گیر کا ہٹا لینا اِس امر کا مترادف ہے کہ گویا ہم نے

سطحِ کُرہ سے چاشنی گیر کے برابر ایک حِصّہ جُدا کر لیا ہے۔اِس سے ظاہر ہے کہ طِلائی اَوراق کے اِنفراج کو دیکھ کر گویا ہم اِس بات کا اندازہ کرتے ہیں کہ حصّۂ مذکورہ پر برق کی مقدار کیا ہے۔

اِن واقعات سے تم سمجھ سکتے ہو کہ کُرہ کی سطح پر برق کا پھیلاؤ (شکل نمبر ۱۱) یکساں ہوتا ہے۔

تجربہ ۲۴ —— اُستوانہ —— اب وُہی تجربہ ایک ایسے بڑے سے محفوظ اُستوانہ پر کرو جس کے سِرے نصف کُرہ کی شکل پر ہوں۔ دیکھو برق نما کے اَوراقِ طلائی کو سب سے زیادہ اِنفراج اُس وقت ہوتا ہے جب چاشنی گیر اُستوانہ کے کسی سِرے (شکل نمبر ۱۶) کو چھو کر آتا ہے۔ اور سب سے کم اِنفراج اُس وقت ہوتا ہے جب چاشنی گیر اُستوانہ کے مستقیم پہلوؤں کو چھو کر آتا ہے۔

تجربہ ۲۵ —— تختی —— وُہی تجربہ دھات کی برقائی ہوئی چپٹی تختی پر کرو۔ دیکھو تختی کے پہلوؤں کی بہ نسبت اُس کے کنارے (شکل نمبر ۱۶) سے زیادہ برق حاصل ہوتی ہے۔

دُوسری فصل کی مشقیں

۱- تمہیں لاکھ کی منفی طور پر برقائی ہوئی سلاخ اور

محافظ سہاروں پر چڑھائے ہوئے دو دھاتی گولے دے دیئے جائیں تو اِس سامان سے مدد لے کر تم گولوں پر کس طرح متضاد برقاؤ پیدا کروگے؟ گولوں کو برقا لینے کے بعد تم کس طرح معلوم کروگے کہ گولے تمہارے حسبِ خواہش برقائے گئے ہیں - اور اُن کی برقی بھرنیں مساوی ہیں یا غیر مساوی ہیں؟

۲- تجربہ کو کس طرح ترتیب دینا چاہیئے کہ کوئی منفی برق سے بھرا ہوُا مُوصِل کسی مُوصِل تار سے زمین کے ساتھ مِلا دینے پر مزید منفی بھرن حاصل کرلے؟

۳- ایک محفوظ مُوصِل ا مُثبت طور پر برقائے ہوئے برق نما اَوراقِ طلائی کی ٹوپی کے قریب لایا گیا ہے - مفصل بیان کرو کہ مندرجۂ ذیل صورتوں میں کیا کیا باتیں مشاہدہ میں آئینگی :-

(الف) ا اَنبرقایا ہو -

(ب) ا مُثبت طور پر برقایا ہوُا ہو -

(ج) ا منفی طور پر برقایا ہوُا ہو -

۴- ایک ایسا تجربہ بیان کرو جس سے یہ ثابت ہو کہ کسی ایک ہی مُوصِل کے دو حِصّوں پر ہم اِس طرح متضاد برقاؤ پیدا کرسکتے ہیں کہ دونوں حِصّوں کا قوّہ یکساں رہے -

۵- کسی برقائے ہوئے کُرہ ا کے مقابل پہلوؤں پر دو مساوی اور محفوظ اَنبرقائے کُرے ب اور ج مساوی

فاصلوں پر رکھے ہیں - بتاؤ برقاؤ کے اعتبار سے ب اور ج کی کیا حالت ہے - اِس بات کی بھی توضیح کرو کہ اگر ب کا وہ حصّہ جو ا کے قریب ترین ہے باریک تار کے ذریعہ ج کے اُس حصّہ سے ملا دیا جائے جو ا سے دُور ترین ہے تو کیا ہوگا۔

۶- آلہ برق نما اَوراقِ طلائی ایک محافظ رتپائی پر رکھا ہے - اِس کی ٹوپی کو ہم تار کے ذریعہ گیس کی نلیوں سے ملا دیتے ہیں - پھر اِس آلہ کے قریب شیشہ کی برقائی ہوئی سلاخ لاتے ہیں - مفصل بیان کرو کہ اَوراق پر اِس کا کیا اثر ہوگا - جواب کے ساتھ دلائل بھی بیان کرو۔

۷- تجربہ سے ثابت کرو کہ برقائے ہوئے مُوصل کی برقی بھرن کلیتہً اُس کی سطح پر رہتی ہے۔

۸- ایک محفوظ مُوصل ا برقا دیا گیا ہے - اِس کے قریب ایک اَور مُوصل ب رکھا ہے جس کا زمین کے ساتھ تعلق ہے - بتاؤ ب پر جو برقی بھرن اِمالتہً پیدا ہوئی ہے کیا وہ ا پر کی بھرن سے بڑی ہے یا چھوٹی یا اُس کے برابر ہے؟ جواب کے ساتھ دلائل بھی بیان کرو۔

۹- ا اور ب دو برق نما ہیں - اِن کی ٹوپیاں ایک لمبے تار کے ذریعہ باہم ملا دی گئی ہیں - ا کے قریب ہم ایک مثبت طور پر برنایا ہوا کرہ لاتے ہیں - وضاحت کے ساتھ بیان کرو کہ برق نما کیا کیا باتیں ظاہر کرینگے - اگر ا یا ب کو

اِس حالت میں ہم اُنگلی سے چھولیں تو برق نما جو باتیں ظاہر کر رہے ہیں اُن میں کیا تغیر پیدا ہوگا؟

۱۰- چاشنی گیر کیا چیز ہے؟ اِس کا استعمال بیان کرو۔

ایک مثبت طور پر برقایا ہؤا کُرہ میز کے اُوپر چند اِنچ کے فاصلہ پر رکھا ہے اور چاشنی گیر سے ہم میز کے برقاؤ کا امتحان کرتے ہیں۔ کیا اِس حالت میں میز پر برقاؤ کی توقع ہو سکتی ہے؟ اگر ہو سکتی ہے تو اِس برقاؤ کی نوعیت کیا ہوگی؟

۱۱- ایک مثبت طور پر برقایا ہؤا کُرہ ایک اور اَنبرقائے محفوظ کُرہ سے چند اِنچ کے فاصلہ پر رکھا ہے۔ ہم اپنی اُنگلی کے جوڑ کی پُشت کو نوکدار بنا کر اِس دُوسرے کُرہ کے پاس لاتے ہیں اور جب وہ کُرہ کو چھو لینے کے قریب پہنچتی ہے تو شرارہ پیدا ہوتا ہے۔

کیا شرارہ کی نوعیت اور طاقت اِس بات پر موقوف ہے کہ اُنگلی کی پُشت کُرہ کے کونسے حصہ کے پاس ہے؟

۱۲- آبنوسہ کی سلاخ کو فلالین سے رگڑ کر ہم باری باری سے مندرجہ ذیل چیزوں کے قریب لاتے ہیں۔ مفصل بیان کرو کہ ہر حالت میں کیا کیا باتیں مشاہدہ میں آتی ہیں۔ جواب کے ساتھ دلائل بھی ہونا چاہئیں:-

(۱) لکڑی کا بُرادہ - لوہے کے چھلکے - بھُون -

(ب) بنچ پر رکھا ہوُا لکڑی کا رُول -

(ج) لکڑی کا رُول جو صُراحی کے گول پیندے پر تُلا ہوُا رکھا ہے -

(د) آبنوسہ کی سلاخ جو فلالین سے رگڑ کر معلّق رکاب میں رکھ دی گئی ہے -

(ہ) شیشہ کی سلاخ جو ریشم سے رگڑ کر معلّق رکاب میں رکھ دی گئی ہے -

۱۳ - ا اور ب دو محفوظ کُرے پاس پاس رکھے ہیں - کُرہ ا مثبت طور پر برقایا ہوُا ہے - بتاؤ ا کی موجودگی سے ب کے قُوّہ پر کیا اثر پڑتا ہے - اگر ب کو اُنگلی سے چھُو لیں اور پھر ا کو اُس سے دُور ہٹا لیں تو اِس صورت میں ب کے قُوّہ میں کس طرح کا تغیر پیدا ہو جائیگا ؟

۱۴ - تم کس طرح ثابت کروگے کہ ذیل کی صورتوں میں مثبت اور منفی برقاؤ مساوی مقداروں میں پیدا ہوتے ہیں :-

(ا) رگڑ سے -

(ب) اِمالہ سے -

تیسری فصل

مکشّفات - برقی مشینیں

مُوصِل کی قابلیت ـــــــ تم دیکھ چکے ہو کہ جب دو محفوظ مُوصِل جن میں سے ایک برقایا ہؤا ہو، ایک دُوسرے کے پاس چھوتے ہوئے رکھے جاتے ہیں تو برقائے ہوئے مُوصِل کی برقی بھرن دونوں مُوصِلوں پر پھیل جاتی ہے۔ لیکن ابھی ہم نے یہ بیان نہیں کیا کہ اصلی بھرن کی کون سی کسر اُس مُوصِل پر آتی ہے جو ابتداءً برقایا ہؤا نہ تھا۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس دُوسرے مُوصِل پر آنے والی بھرن کی مقدار اِس مُوصِل کی جسامت پر موقوف ہونا چاہیئے۔ یہ مُوصِل اگر برقائے ہوئے مُوصِل سے بڑا ہے تو اصلی بھرن کا بڑا حصہ اِس پر آ جائیگا۔ اور اگر مُوصِلِ مذکور چھوٹا ہے تو اِس پر بھرن کا کمتر حصہ آئیگا۔

اِس طرح کے دو مُوصِل جب ایک دُوسرے کو چھُوتے ہیں تو اُن کا قُوّہ چھُونے کے ساتھ ہی یکساں ہو جاتا ہے - لیکن اِس سے یہ لازم نہیں آتا کہ دونوں مُوصِلوں پر برق کی مقدار بھی مساوی ہو - اِس میں شک نہیں کہ ایک دُوسرے کو چھُو لینے کے بعد اِن مُوصِلوں کا قُوّہ' ابتداءً برقائے ہوئے مُوصِل کے قُوّہ سے' کمتر ہونا چاہیئے کیونکہ خطوطِ قوت کی اُتنی ہی تعداد جو اِس سے پہلے' برقائے ہوئے مُوصِل سے خروج کرتی تھی اب وہ وسیع تر رقبہ پر پھیل جائیگی -

تجربہ ۲۶ ـــــــ قابلیت اور جسامت - مختلف جسامت کے دو تین ایسے دھاتی کُرے لو جو محافظ سہاروں پر چڑھے ہوئے ہوں - (کُروں کی بجائے اگر مختلف جسامت کی بوتلوں پر قلعی کا ورق چڑھا لیا جائے تو وہ بھی بخوبی کام دے سکتی ہیں) - برق نما کے قُرص پر ایک مجوّف ڈبّا رکھو - پھر اِن کُروں میں سے کسی ایک کو برق بردار کی مدد سے برقاؤ اور اَنبرقائے کُرے سے اِس کو چھُو لو - یہ ظاہر ہے کہ اب یہ دونوں کُرے برقائے ہوئے ہونگے اور دونوں کا قُوّہ یکساں ہوگا - اب دونوں میں سے بڑے کُرہ کو برق نما کے پاس لے جاکر' قُرص پر رکھے ہوئے ڈبّے میں داخل کرو - اور اُسے ڈبّے کی اندرونی سطح کو چھُو

لینے دو - اِس طرح کُرہ کی برقی بھرن، ڈبّے اور برق نما کی طرف منتقل ہو جائیگی - اب کُرہ کو ہٹا لو - اور برق نما کے اَوراقِ طِلائی کا اِنفراج دیکھو - پھر برق نما کو اُبھرا کر دو اور یہی تجربہ اب چھوٹے کُرہ سے کرو - دیکھو اِس صورت میں اِنفراج پہلے سے بہت کم ہے - اِس سے ظاہر ہے کہ برقی بھرن کا بڑا حصّہ بڑے کُرہ پر تھا - اِس بناء پر ہم کہہ سکتے ہیں کہ اِن کُروں کی **قابلیتِ برق** یکساں نہیں -

پس ظاہر ہے کہ مُوصِل کی قابلیت اُس کی جسامت پر موقوف ہوتی ہے - اِس لئے مُوصِل اگر بڑا ہے تو اُس کو کسی معلوم قوّہ پر پہنچانے کے لئے چھوٹے مُوصِل کے مقابلہ میں زیادہ برق درکار ہے -

مُوصِل کی قابلیت کا اندازہ برق کی اُس مقدار سے کیا جاتا ہے جو مُوصِل کے قوّہ کو کسی معلوم حد تک بڑھانے کے لئے درکار ہوتی ہے -

یا **قابلیت** = $\frac{\text{برق کی مقدار (ق)}}{\text{قوّہ کا اضافہ ق سے}}$

اِس تعریف سے تم دیکھ سکتے ہو کہ اگر مُوصِل کی قابلیت بڑھ جائے اور اُس پر پھیلی ہوئی برق کی مقدار مستقل رہے تو مُوصِل کا قوّہ گھٹ

جائیگا۔

تجربہ ۲۷ ـــــــ مقدار اور قُوّہ۔

ایک بڑے سے محفوظ کُرہ کو لمبے' باریک تار کے ذریعہ برق نما سے جوڑو۔ پھر اس کُرہ کو برق بردار کی مدد سے چھوٹی سی برقی بھرن دو۔ اور برق نما کے اَوراقِ طِلائی کا اِنفراج دیکھ لو۔ اِس کے بعد اِس برقائے ہوئے کُرہ کے پاس ایک محفوظ اَنبرقایا کُرہ چُھوتا ہُوا رکھو۔ دیکھو اِنفراج اب کم ہو گیا۔ یہ واقعہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ برق کی مجموعی مقدار اگرچہ وُہی ہے لیکن قُوّہ اب پہلے سے کم ہو گیا۔ اِسی تجربہ میں اب پہلے سے بڑا اَنبرقایا کُرہ استعمال کرو۔ دیکھو اِس صورت میں اِنفراج اَور کم ہو جاتا ہے۔

قابلیت پر آس پاس کے مُوصِلوں کا اثر ـــــــ یہاں تک ہم نے صرف اِس بات سے بحث کی ہے کہ مُوصِل کی قابلیت اور جسامت میں کیا تعلق ہے۔ اب یہ دیکھنا چاہیئے کہ کسی مُوصِل کی قابلیت پر آس پاس رکھے ہوئے مُوصِلوں کی موجودگی کا کیا اثر ہوتا ہے۔ یہ مُوصِل' محفوظ ہوں یا زمین سے مِلے ہوئے' دونوں صورتوں میں اِن کی موجودگی سے' برقائے ہوئے مُوصِل کی قابلیت بڑھ جاتی ہے۔ اپنا ہاتھ یا کوئی اَور مُوصِل' برقائے ہوئے برق نما کے پاس لاؤ تو اَوراقِ طِلائی کا اِنفراج گھٹ

جائیگا - یہ ظاہر ہے کہ اِس صورت میں مُوصِل (یعنی برق نما کے قُرص اور اُس کے اوراق) کی جسامت میں کوئی فرق نہیں آتا - اور اِس مُوصِل پر برق کی جتنی مقدار موجود ہے وہ بھی اُتنی ہی رہتی ہے - اور اِس پر بھی قُوّہ کم ہو جاتا ہے - پھر اِس سے ظاہر ہے کہ ہاتھ کو قُرص کے پاس رکھنے سے اِس مُوصِل کی "قابلیت" بڑھ جاتی ہے - قُوّہ کے تنزل کی توجیہ کے لئے اِس واقعہ کو یاد کرلو کہ برق نما پر کی مُثبت بھرن ہاتھ کے نیچے والی سطح پر اِمالۃً منفی بھرن پیدا کر دیتی ہے - اور یہ اِمالی منفی بھرن اپنے قُرب و جوار میں منفی قُوّہ کا علاقہ پیدا کر لیتی ہے - اِس سے برق نما کا مُثبت قُوّہ گھٹ جاتا ہے -

تجربہ ۳۸ ——— آس پاس کے مُوصِل کا عمل - برق نما کو مُثبت طور پر برقاؤ - اور اُس کے اوراقِ طلائی کا اِنفراج دیکھ لو - پھر اپنا ہاتھ برق نما کے قُرص پر اِس طرح لاؤ کہ وہ قُرص کے قریب ہو جائے لیکن اُس کو چھونے نہ پائے - دیکھو اب اِنفراج پہلے سے کم ہوگیا - جب ہاتھ کو ہٹا لوگے تو اِنفراج بڑھ کر پھر اپنی اصلی مقدار پر آ جائیگا -

خطوطِ قوت، برقائے ہوئے مُوصِل کے اُس پہلو پر اجتماع کے متقاضی ہوتے ہیں جو کسی، زمین سے

ملے ہوئے ' مُوصل کی طرف ہوتا ہے۔

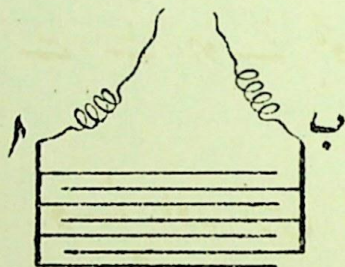
تجربہ ۳۹ ــــــــــــ کسی محفوظ کُرہ کو برقا لو۔ یہ ظاہر ہے کہ کُرہ پر برقی بھرن کی کثافت یکساں ہوگی۔ اب ایک دھات کی تختی اپنے ہاتھ میں لے کر کُرۂ مذکور کے قریب لاؤ۔ اور کُرہ کے اُس پہلو کو جو تختی کے قریب ہے چاشنی گیر سے چھو کر برق نما کی مدد سے برقی بھرن کی کثافت کا امتحان کرو۔ پھر برق نما کے اوراقِ طِلائی کا اِنفراج دیکھ لینے کے بعد برق نما کو اُبھرا کر دو۔ اور اِسی طرح کُرہ کے پرلے پہلو کا امتحان کرو۔ دیکھو اِدھر کثافت بہت کم ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ برقی بھرن کُرہ کے اُس پہلو پر جمع ہوگئی ہے جو زمین سے ملے ہوئے مُوصل کی طرف ہے۔

قریب رکھے ہوئے اور زمین کے ساتھ ملے ہوئے مُوصل کی موجودگی سے برقی بھرن میں جو یہ اجتماع کا تقاضا پیدا ہوتا ہے اِس کو برق کا **تکاثف** کہتے ہیں۔ اور وہ ترتیب جس سے کسی مُوصل کی قابلیت مصنوعی طور پر بڑھا دی جاتی ہے اُسے **مکثّفہ** کہتے ہیں۔

مکثّفہ کی قابلیت ' ترتیب مذکور سے رکھے ہوئے مُوصلوں کی سطح کے رقبہ کی تناسب ہوتی ہے۔ اور اُن کے درمیانی فاصلہ کے ساتھ معکوس تناسب میں

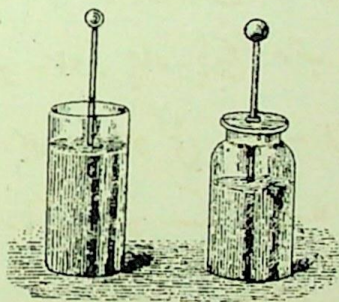
رہتی ہے۔ علاوہ بریں قابلیت بیشتر اُس واسطہ پر بھی موقوف ہوتی ہے جس میں سے خطوطِ قوت گزرتے ہیں۔ اِس واسطہ کو عموماً **برق گزار** کہتے ہیں۔ کیونکہ مُوصِلوں کے درمیان جو برقی قوتیں ہوتی ہیں وہ اِسی میں سے گزرتی ہیں۔

مکثّفہ کی عام شکل ——— عام ترین شکل کا مکثفہ وہ ہے جو قلعی کے پتروں کی ایک بہت بڑی تعداد پر مشتمل ہوتا ہے۔ اِن پتروں کو ایک دُوسرے سے جُدا رکھنے کے لئے اِن کے درمیان

ا ب

شکل ۳۱
معمولی شکل کا مکثّفہ

پیرافینی کاغذ کے تختے رکھ دیئے جاتے ہیں۔ قلعی کے پترے (شکل ۳۱) ایک ایک کو چھوڑ کر ایک دُوسرے کے ساتھ مِلا دیئے جاتے ہیں۔ اِس طرح مِلانے سے مکثّفہ میں دو مُوصِل بن جاتے ہیں جن کی سطح کا

رقبہ دو تختیوں والے سادہ مکثفہ کی سطح کے رقبہ سے گئی گُنا زیادہ ہوتا ہے۔

لیڈنی مرتبان ——— یہ آلہ ایک سادہ سی شکل کا مکثفہ ہے۔ ملک ہالینڈ[1] کے شہر لیڈن[2] کی مناسبت سے اِس کو لیڈنی مرتبان کہتے ہیں۔ مناسبت کی وجہ یہ ہے کہ اِس آلہ کو سب سے پہلے لیڈن ہی کے ایک پروفیسر نے استعمال کیا تھا۔ یہ آلہ (شکل ۱۸) شیشہ کے ایک ایسے مرتبان پر مشتمل ہوتا ہے جس پر مُنہ کے قریب تھوڑا سا حصہ خالی چھوڑ کر اندر اور باہر دونوں طرف قلعی کا ورق چڑھا دیا جاتا ہے۔ اِس بناء پر ہم اِس آلہ کو یوں تصور کر سکتے ہیں کہ یہ ایک مکثفہ ہے

شکل ۱۸۔ لیڈنی مرتبان

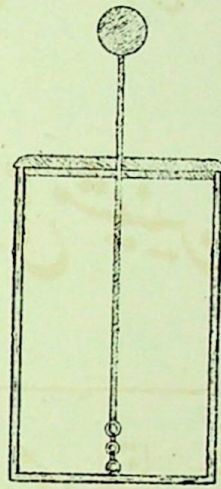
جو دو متوازی تختیوں پر مشتمل ہے جنہیں شیشہ کے

[1] Holland [2] Leyden

برق گزار نے ایک دُوسرے سے جُدا کر رکھا ہے - اِس میں ایک پیتل کی سلاخ بھی ہوتی ہے جس کے اُوپر والے سرے پر پیتل کا گول لٹّو چڑھا رہتا ہے - یہ سلاخ مرتبان میں ایک ایسے تپائے سہارے کی گرفت میں کھڑی رہتی ہے جو قلعی کے اندرونی غلاف سے مِلا ہوتا ہے - قلعی کا غلاف محفوظ مُوصِل کا کام دیتا ہے - اِسے ہم لٹّو کے رستے بہ آسانی برقا سکتے ہیں - استعمال کے وقت مرتبان یا تو میز پر رکھا رہتا ہے یا ہاتھ میں پکڑ لیا جاتا ہے - تاکہ قلعی کے بیرونی غلاف کا "زمین کے ساتھ" تعلق ہو جائے -

تجربہ ۳۰ ——— لیڈنی مرتبان کی بھرن اور اَنبھرن - لیڈنی مرتبان کو میز پر رکھو - پھر اِس کے لٹّو کو برق بردار کے برقائے ہوئے قُرص سے چُھو لو - اور چار پانچ مرتبہ یہی عمل کرو - دیکھو اب مرتبان میں برقی بھرن ہوگئی ہے - اپنی اُنگلی کے جوڑ کی پُشت کو نوکدار بنا کر لٹّو کے قریب لاؤ - دیکھو جوڑ کی نوکدار پُشت اور لٹّو کے درمیان شرارہ پیدا ہوتا ہے - اور اِس کے پیدا ہونے کے وقت جھٹکا محسوس ہوتا ہے -

اِس بات کو اُصولِ عام کے طور پر یاد رکھنا چاہیئے کہ لٹّو کو چُھو کر لیڈنی مرتبان کو اپنے جسم کے ذریعہ سے اَنبھرا کرنا مناسب نہیں کیونکہ

اَنبھرن اگر زیادہ طاقتور ہو تو اُس سے خطرناک نتائج پیدا ہو سکتے ہیں۔ آسان قاعدہ یہ ہے کہ مرتبان کو اَنبھرا کرنے کے لئے **مُخرج** استعمال کیا جائے۔ یہ آلہ پیتل کی ایک ایسی جوڑ دار سلاخ پر مشتمل

شکل ۱۹
لیڈنی مرتبان کی تراش

ہوتا ہے جس کے دونوں سِروں پر پیتل کا ایک ایک لٹّو چڑھا دیا جاتا ہے اور دستہ اِس کا شیشہ کا ہوتا ہے۔ استعمال کے وقت اِس کا ایک لٹّو تلعی کے بیرونی غلاف کو چُھوتا ہوُا رکھتے ہیں اور دُوسرا لٹّو مرتبان کے لٹّو کی طرف لاتے ہیں۔

لیڈنی مرتبان کے بھرنے کا زیادہ آسان

اور سادہ قاعدہ یہ ہے کہ اِس مطلب کے لئے برق بردار استعمال کرنے کی بجائے مرتبان کا لٹو وِمشرسٹ[1] مشین (شکل ۲۱) کے سِرے سے چھوتا ہؤا رکھا جائے۔ اور مشین کا دُوسرا سِرا گیس یا پانی کے قریب ترین نل سے جوڑ دیا جائے تاکہ مشین کے اِس سِرے کا زمین سے تعلق ہو جائے۔

برقی مشین

برقی مشین ———— تم دیکھ چکے ہو کہ کسی جسم کو ہم رگڑ سے بھی برقا سکتے ہیں اور اِمالہ سے بھی۔ اِس بناء پر ہر وہ آلہ جو وسیع پیمانہ پر یہ اثر پیدا کرنے کے لئے وضع کیا جاتا ہے اُس کو **برقی مشین** کہتے ہیں۔ اِس لحاظ سے برق بردار کو بھی ہم ایک ایسی برقی مشین تصور کر سکتے ہیں جس کا عمل سکونی اِمالہ پر موقوف ہے۔ لیکن یہ مشین بڑی بڑی برقی بھریں پیدا کرنے کے لئے کار آمد نہیں۔

ابتدا میں جو مشینیں بنائی گئی تھیں وہ محض اُس سادہ سے تجربہ کو بڑھا پھیلا کر بنا لی گئی تھیں جس میں گندک

---

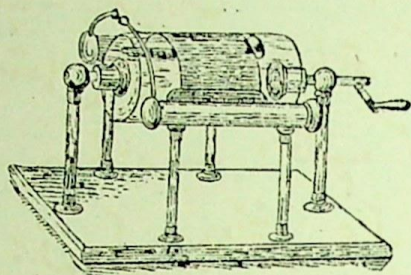
[1] Wimshurst

یا بیروزے کی سلاخ خشک ہاتھ سے رگڑ کر منفی طور پر برقائی جاتی ہے۔ پھر اس کے بعد علما نے گندک کی جگہ شیشہ استعمال کیا۔ اور ہاتھ کی بجائے دوسری طرح کے مناسب مالندے انتخاب کر لئے۔ اس قسم کی مشین میں برق کی پیدائش چونکہ رگڑ پر موقوف ہوتی ہے اس لئے اس کو امالی مشینوں سے تمیز کرنے کے لئے **فرکی برقی مشین** کہتے ہیں۔ آج کل فرکی مشینوں کی جگہ کلیتہً امالی مشینوں نے لے لی ہے۔ اور تجربہ کے تمام کاموں میں تقریباً ہر موقع پر یہی استعمال ہوتی ہیں۔

شیشہ کی اُستوانہ نما مشین (شکل نمبر ۲۰)

شیشہ کے اُستوانہ پر مشتمل ہوتی ہے۔ یہ اُستوانہ ایک ایسے اُفقی محور پر چڑھا دیا جاتا ہے جو دستہ کی مدد سے گھمایا جا سکتا ہے۔ جب اُستوانہ کو گھماتے ہیں تو وہ ریشم کی گدّی سے رگڑ کھاتا ہے اور اس رگڑ سے اُس پر مثبت برقاؤ ہو جاتا ہے۔ ابتدائی شکل کی مشینوں میں برقی بھرن کو شیشہ کی سطح سے لے کر جمع کرنے میں دھات کی زنجیر سے کام لیا جاتا تھا۔ یہ زنجیر اُستوانہ کے اُس پہلو کو چھوتی رہتی تھی جو گدّی سے رگڑ کھانے والے پہلو کے مخالف ہوتا تھا۔ فرینکلن[ل]

ل Franklin

نے زنجیر کی بجائے ایسے دھاتی کنگھے سے کام لیا

شکل ۲۰

اُستوانہ نما برقی مشین

جس کے دندانے اُستوانہ کی سطح کی طرف رہتے ہیں۔ اور اُس سے اِتنے قریب ہوتے ہیں کہ تقریباً چھو لینے کی حد پر پہنچ جاتے ہیں۔ برقایا ہوا اُستوانہ کنگھے پر اِمالی عمل کرتا ہے۔ اور اِس سے کنگھے کے دندانوں پر اِمالۃً پیدا ہونے والی منفی بھرن کی سطحی کثافت بہت بڑھ جاتی ہے یہاں تک کہ فرینکلن[۱] کے حسبِ اِکتشاف دندانوں کی نوکوں سے اُستوانہ کی طرف منفی بھرن سے لدی ہوئی ہوا کی رَو چلنے لگتی ہے۔ یہ منفی بھرن سے لدی ہوئی ہوا اُستوانہ کی سطح سے

[۱] Franklin

ٹکراتی ہے اور اِس سطح کے برتاؤ کی تعدیل کر دیتی ہے۔ پھر اُستوانہ جب مالندہ سے دوبارہ رگڑ کھاتا ہے تو اُس میں پھر برقی بھرن پیدا ہو جاتی ہے۔

دھاتی کنگھا عموماً ایک محفوظ دھاتی اُستوانہ سے مِلا دیا جاتا ہے۔ اِس طرح دھاتی اُستوانہ پر مثبت اِمالی بھرن پھیل جاتی ہے۔ اور اُستوانۂ مذکور بہت بلند مثبت قوّہ پر پہنچ جاتا ہے۔ مشین کے اُستوانہ کی گردش سے چونکہ اَور مثبت برق پیدا ہوتی جاتی ہے اِس لئے دھاتی اُستوانہ کا قوّہ اپنے حال پر قائم رہتا ہے اور اِس اُستوانہ سے قریب اُنگلی کے جوڑ کی پُشت نوکدار بنا کر لانے سے شراروں کا ایک مستقل سلسلہ حاصل ہو سکتا ہے۔

چونکہ شیشہ اپنی مثبت بھرن مالندہ سے لیتا ہے اِس لئے جب مالِندہ، تار یا دھاتی زنجیر کے ذریعہ زمین سے مِلا دیا جاتا ہے تو مشین صرف مثبت برق مہیّا کرتی ہے۔ اگر مشین سے منفی برق حاصل کرنا ہو تو کنگھے کو زمین سے مِلانا چاہئے اور مالِندہ کو محافظ سہارے پر چڑھا دینا چاہئے۔ علاوہ بریں یہ بھی ضروری ہے کہ برقی بھرن کو مالِندہ سے الگ کرنے کے لئے مالِندہ کے ساتھ ایک مناسب دھاتی لٹّو لگا دیا جائے۔ جب کنگھا اور مالِندہ

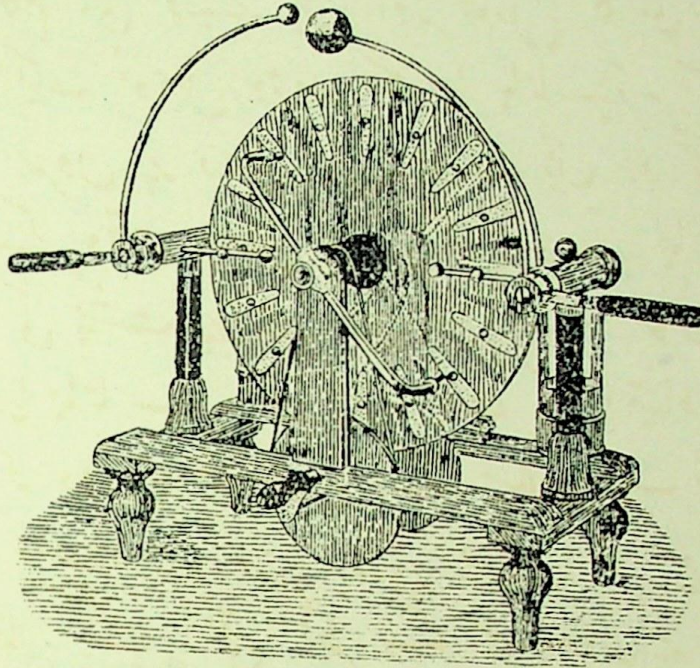
دونوں محفوظ ہوتے ہیں، اور دھاتی تار کے ذریعہ ایک دُوسرے کے ساتھ مِلا دیئے جاتے ہیں تو تار کے رستے کنگھے سے مالِندہ کی طرف مُثبت برق کا سلسلہ جاری ہو جاتا ہے - یعنی اِس صورت میں تار میں برقی رَو چلنے لگتی ہے -

یہ اُستوانہ نما مشین صرف خشک ہوا میں خاطرخواہ کام دیتی ہے - اِس لئے یہ آلہ پُورا پُورا قابلِ اعتماد نہیں - یہی وجہ ہے کہ جدید اِمالی مشین نے اِس کو بیکار کر دیا ہے اور خود اِس کی جگہ لے لی ہے -

وِمشرسٹ[ا] کی اِمالی مشین

شکل ۲۱ میں اِسی مشین کی تصویر دکھائی گئی ہے - یوں تو طرح طرح کی اِمالی مشینیں ایجاد کی گئی ہیں لیکن وِمشرسٹ مشین نے سب سے زیادہ رِواج پایا ہے - اور چونکہ یہی مشین سب سے زیادہ استعمال ہوتی ہے اِس لئے اِمالی مشینوں کے طریقِ عمل کی توضیح و تشریح کے لئے ہم اِسی مشین کے بیان پر اکتفا کرتے ہیں - اور نفسِ مطلب کو ذہن نشین کرنے کے لئے یہی

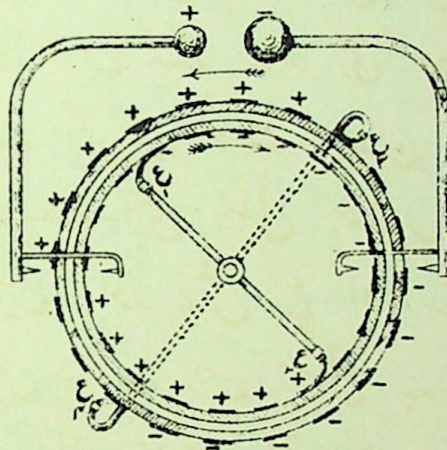
ا Wimshurst

کافی ہوگا۔

شکل ۳۱
وِمشرشٹ کی اِمالی مشین

یہ مشین، وارنش کئے ہوئے شیشہ کی دو مدوّر تختیوں پر مشتمل ہوتی ہے - یہ تختیاں مشین میں حتی الامکان ایک دُوسرے کے قریب رکھی جاتی ہیں - اور اِس انتظام کے ساتھ رکھی جاتی ہیں کہ جب اِن کو گھُماتے ہیں تو وہ ایک دُوسری کی سمتِ مخالف میں گھُومتی ہیں - دونوں تختیوں کی

بیرونی سطحوں پر باریک دھاتی پترے لگا دیئے جاتے ہیں - اِن پتروں کی تعداد جُفت ہوتی ہے - یہ پترے مُمیل کا کام بھی دیتے ہیں اور حامِل کا بھی - سامنے کے پہلو پر ایک مُوصِل وترِوار لگا دیا جاتا ہے - اِس مُوصِل کے سِروں پر دھاتی بُرش ہوتے ہیں جو تختیوں کی گردش کے وقت دھاتی پتروں کو چھوتے جاتے ہیں - مشین کی پُشت پر بھی اِسی طرح ایک مُوصِل وترِوار لگا دیا جاتا ہے - اور اِس بات کی احتیاط رکھی جاتی ہے کہ دونوں مُوصِلوں کے مِیلان ایک دُوسرے کی مخالف سِمت میں رہیں - برقی بھرنوں کو جمع کرنے والے محفوظ کنگھے اُفقی قُطر کے سِروں پر رکھے جاتے ہیں اور ہر کنگھے کے ساتھ دندانے ہوتے ہیں جو دونوں تختیوں پر کے دھاتی پتروں کی طرف نکلے ہوئے ہوتے ہیں - جس تختہ پر مشین کھڑی کی جاتی ہے اُس پر عموماً دو لیڈنی مرتبان بھی رکھ دیئے جاتے ہیں - اِن مرتبانوں کے لٹّو متحرک تاروں کے ذریعہ جامع کنگھوں کے ساتھ مِلے رہتے ہیں - کنگھوں کے ساتھ مُخرج لٹّو بھی لگے رہتے ہیں - یہ لٹّو اِس طرح لگائے جاتے ہیں کہ مشین سے اُوپر کی طرف رہتے ہیں اور حسبِ خواہش ترتیب دیئے جا سکتے ہیں -

مشین کا عمل شکل ۲۲ کی مدد سے بخوبی

ذہن نشین ہو سکتا ہے۔ اِس شکل میں تختیاں یوں تعبیر کی گئی ہیں کہ گویا وہ شیشہ کے دو اُستوانے ہیں جو مخالف سمتوں میں گھومتے ہیں۔ شکل میں اِن کی سمتِ حرکت تیر کے سوفاروں سے دکھا دی گئی ہے۔ تعدیلی بُرش ع۱ ع۲ اور ع۳ ع۴ سے تعبیر کئے گئے ہیں۔

شکل ۲۲

وِمشرٹسٹ کی اِمالی مشین کا عمل

مشین کا عمل جاری کرنے کے لئے کسی ایک دھاتی پتر ے کا قوّہ دیگر پتروں کے قوّہ سے اگر ذرا سا اختلاف رکھتا ہو تو یہی کافی ہے۔ عام طور پر صرف اتنی سی بات ہی کی ضرورت پڑتی ہے۔ پھر مشین خود

بخود کام دینے لگتی ہے۔

طریقِ عمل کو بخوبی ذہن نشین کرنے کے لئے یوں تصور کرو کہ پُشت پر کے پترّوں میں سے وہ ایک جو شکل میں چوٹی پر ہے ذرا سی مثبت بھرن رکھتا ہے۔ جب یہ پترا بُرش ع کے مقابل آتا ہے تو اِس وقت وہ اُس پترے پر جو ع کو چھو رہا ہوتا ہے اِمالی عمل کرتا ہے اور اُس پر ذرا سی منفی بھرن پیدا کر دیتا ہے۔ اور اِس کے ساتھ ہی وہ پترا جو ع کو چھو رہا ہوتا ہے اُس پر مثبت بھرن پیدا ہو جاتی ہے۔ پھر یہ پترے اپنی اِمالی بھرنوں کو لے کر آگے بڑھتے ہیں۔ اور بُرش ع اور ع کے مقابل میں آ جاتے ہیں۔ اب اِس موقع پر اُن پترّوں کو مثبت اور منفی اِمالی بھرنیں ملتی ہیں جو علی الترتیب ع اور ع کو چھو رہے ہوتے ہیں۔ یہ بھرنیں بُرشوں سے آگے نکل جانے پر بھی اِن میں موجود رہتی ہیں۔ اِس طرح ایک دو گردشوں میں وہ تمام پترے جو بائیں ہاتھ والے کنگھے کی طرف آتے ہیں اُن پر مثبت بھرن ہو جاتی ہے۔ اور وہ جو دائیں ہاتھ والے کنگھے کی طرف بڑھتے ہیں وہ منفی بھرنوں کے مالک ہوتے ہیں۔ پھر کنگھے اِن پترّوں کی تعدیل کر دیتے ہیں۔ اور کنگھوں کے ساتھ مِلے ہوئے لٹّو علی الترتیب

مثبت اور منفی بھرنیں حاصل کر لیتے ہیں۔

اگر یہ معلوم ہو کہ مشین خود بخود اپنے عمل کو جاری نہیں کرتی تو سامنے والی تختی کے قریب بُرش ع کے مقابل ذرا سی دیر کے لئے ولکنائیٹ (Vulcanite) کی برقائی ہوئی سلاخ کا رکھ دینا اِس مطلب کے لئے کافی ہے۔

برقی اُبھرن

نوکوں کا عمل ——— برقی مشین کے بھرے ہوئے مُوصل کے ساتھ جب سُوئی مِلا دی جاتی ہے تو سُوئی کی نوک پر سطحی کثافت اِتنی زیادہ ہو جاتی ہے کہ نوک کو چھُوتی ہوئی ہوا بھی ویسے ہی برقاؤ سے بھر جاتی ہے۔ اور سُوئی کی نوک اُس کو بہت زور سے دھکیل کر دُور ہٹا دیتی ہے۔ یہ عمل برابر جاری رہتا ہے یہاں تک کہ مُوصل اُبھرا ہو جاتا ہے۔

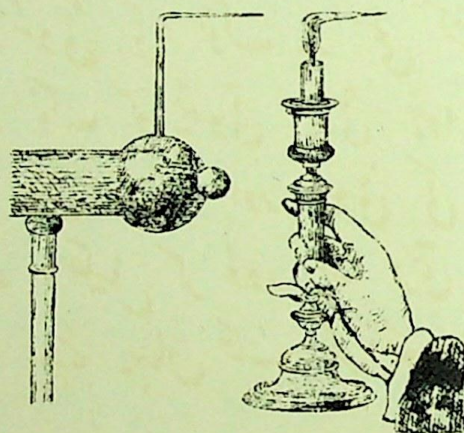
تجربہ ۱۳ ——— **نوکوں سے خروجِ برق۔**

(ا) وِمشرسٹ[1] مشین کے سرے پر نرم موم لگاؤ

---

[1] Wimshurst

اور اُس پر معمولی سینے کی سُوئی یا تانبے کے تار کا نوکدار ٹکڑا کھڑا کر دو - اور اِس بات کی احتیاط رکھو کہ مشین کے سِرے کے ساتھ سُوئی کا دھاتی تعلق پیدا ہو جائے - اب مشین کے دُوسرے سِرے کا 'زمین کے ساتھ' تعلق کر دو - پھر مشین کو چلاؤ اور اپنا ہاتھ سُوئی کی نوک کے پاس رکھو - دیکھو نوک کی طرف سے ہوا کی رَو آتی ہوئی معلوم ہوتی ہے -

نوک کے قریب موم بتّی کا شُعلہ رکھو - دیکھو ہوا کی رَو نے اُس کو پہلو کی طرف (شکل ۲۳) دبا دیا -

شکل ۲۳
نوکوں سے خروجِ برق

(ب) سُوئی کو اب مشین کے دُوسرے سِرے پر

رکھو - اور وہ سرا جس پر تجربہ (ا) میں سُوئی رکھی تھی اُس کو زمین سے ملا دو - دیکھو منفی سرے سے بھی وُہی واقعات ظہور میں آتے ہیں جو مثبت سرے سے ظاہر ہوئے تھے -

(ج) سُوئی کی نوک سے جو ہوا کی رَو آتی ہے اُس کو چھوٹی سی محفوظ دھاتی تختی یا چھوٹے سے محفوظ دھاتی کُرہ سے ٹکرانے دو - پھر برق نما سے اِس بات کی تصدیق کرو کہ تختی پر اور اُس سرے پر جس پہ سُوئی رکھی ہے ایک ہی قسم کی برق ہے - اِس کے بعد سُوئی کو مشین کے دُوسرے سرے پر رکھو - اور دھاتی تختی کو اِدھر سے جو برق حاصل ہو اُسی طرح اِس کی نوعیت کی بھی تصدیق کرو - دیکھو نوک کی طرف سے جو ہوا کی رَو آتی ہے وہ برق سے لدی ہوئی ہوتی ہے -

جب سُوئی کی نوک برقی مشین کے بھرے مُوصِل کے قریب رکھی جاتی ہے تو اُس پر اِمالۃً غیر مشابہ برقاؤ ہو جاتا ہے - اور اِس صورت میں بھی سُوئی سے وُہی اثر پیدا ہوتے ہیں جو مشین کے ساتھ براہِ راست ملی ہوئی سُوئی پیدا کرتی ہے - اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ بجلی سے بچنے کے لئے جو مُوصِل لگائے جاتے ہیں وہ کیا عمل کرتے ہیں - بجلی کے طوفان میں بادل برق سے لد جاتے ہیں اور زمین کا وہ حِصّہ جو اُن کے عین نیچے ہوتا ہے اُس کی

سطح پر اِمالۃً متضاد بھرن پیدا کر دیتے ہیں - پھر جب قُوّت کا اختلاف بڑھ کر اِس مطلب کے لئے کافی ہو جاتا ہے تو زمین کی سطح پر کسی اُوپر اُٹھے ہوئے مُوصِل اور بادل کے درمیان شرارہ کی صورت میں اُنبھرن حادث ہوتی ہے - اِسی واقعہ کو عرفِ عام میں "بجلی کا گِرنا" کہتے ہیں - جس عمارت کو بجلی سے محفوظ رکھنا منظور ہوتا ہے اُس پر زمین کے ساتھ ملی ہوئی دھاتی نوک کھڑی کر دی جاتی ہے - اِس صورت میں جب عمارت کے اُوپر کوئی مثبت برق سے لدا ہؤا بادل آتا ہے تو وہ دھاتی نوک پر اِمالۃً منفی بھرن پیدا کر دیتا ہے - اِس سے بادل کی بھرن کی کُلاً یا جُزءً تعدیل ہو جاتی ہے -

تجربہ ۳۲ ـــــــ بجلی سے بچانے والے مُوصِل کا اصول -

(ا) ہاتھ میں ایک سُوئی لے لو - اُس کی نوک مشین کے سرے کی طرف کرو - اور سرے اور سُوئی کے درمیان موم بتّی کا شُعلہ رکھ دو - دیکھو سُوئی کی نوک شُعلہ کو پرلی طرف دھکیل دیتی ہے -

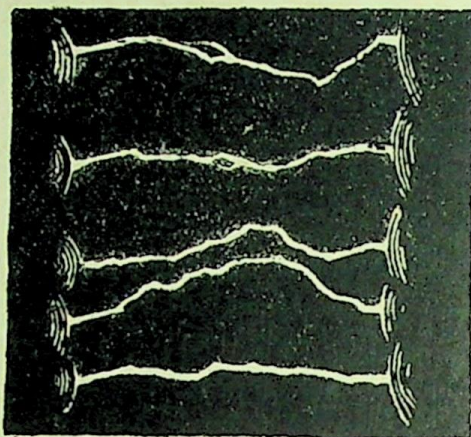
(ب) مشین کے سرے اور سُوئی کی نوک کے درمیان محفوظ دھاتی تختی رکھو - اور اِس بات کی تصدیق کرو کہ تختی پر برقاؤ ہوگیا ہے جو اپنی نوعیت کے اعتبار سے

مشین کے سرے پر کے برقاؤ کی ضد ہے۔

شرارہ نما اُبھرن ——— برقی مشین کے لٹّو اگر ایک دُوسرے سے دُور نہ ہوں تو اُن کے درمیان جلد جلد شرارے پیدا ہوتے ہیں اور تقریباً خطوطِ مستقیم میں پیدا ہوتے ہیں۔ لیکن جب لٹّوؤں کو ہم ایک دُوسرے سے دُور ہٹا لیتے ہیں تو شراروں کا تعدد کم ہو جاتا ہے اور اُن کے رستے بھی مستقیم نہیں رہتے۔ لٹّوؤں کے درمیانی فاصلہ کے بڑھ جانے سے شراروں کے تعدد کا گھٹ جانا اِس بات کا نتیجہ ہے کہ اِس صورت میں ہوا کی برق گزارانہ قوت پر غالب آنے کے لئے مقابلۃً زیادہ اختلافِ قُوّہ درکار ہوتا ہے۔ اور لٹّوؤں کو اِس قُوّۂ مطلوب پر پہنچانے کے لئے زیادہ وقت صَرف کرنا پڑتا ہے۔ اُبھرن کا دستور یہ ہے کہ وہ قلیل ترین مزاحمت کا رستہ اختیار کرتی ہے۔ جب یہ حال ہو تو ظاہر ہے کہ ہوا میں جو گرد و غبار کے ذرّے اُڑ رہے ہونگے وہ اُبھرن کے رستے کو مستقیم سے متغیر اور ٹیڑھا بڑنگا کر دینگے۔

تجربہ ۳۳ ——— شرارہ کی خصوصیت۔

مشین کے لٹّوؤں کو پاس پاس رکھو اور مشین کو چلاؤ۔ دیکھو یکے بعد دیگرے شرارے پیدا ہوتے ہیں اور

لٹّوؤں کے درمیان خطِ مستقیم میں چلتے ہیں - اب لٹّوؤں کو

شکل ۲۴

برقی شراروں کی تصویریں

دُور دُور رکھ کر یہی تجربہ کرو - دیکھو اِس صورت میں شراروں کا تعدد کم ہو گیا - اور اُن کے رستے بھی اب مستقیم نہیں بلکہ ٹیڑھے بڑے گئے (شکل ۲۴) ہیں -

تجربہ ۳۴ مقدار - برقی مشین کے لیڈنی مرتبانوں کو اُس کے سِروں سے جوڑ دو - دیکھو اب شراروں کا تعدد تو کم ہے لیکن اُن کی تُندی پہلے سے بہت بڑھ گئی ہے - لیڈنی مرتبانوں کے ساتھ مِلا دینے سے لٹّوؤں کی قابلیت بہت زیادہ ہو جاتی ہے - اِس لئے لٹّوؤں کے قوّہ کو اِس حد تک پہنچانے کے لئے کہ لٹّوؤں کے

درمیان اُنبھرن حادث ہو، بہت زیادہ مقدار میں برق جمع کرنے کی ضرورت پڑتی ہے۔

احتیاط — تجربہ کو ختم کر دینے سے پہلے لٹّوؤں کو ایک دُوسرے سے ملا دینا چاہیئے تاکہ آلہ اُنبھرا ہو جائے۔

شرارہ کی مدّت —— برقی شرارہ کے دیکھنے سے آنکھ کو تو یہی محسوس ہوتا ہے کہ یہ ایک شرارۂ واحد ہے۔ لیکن حقیقت یہ ہے کہ وہ ایک لٹّو سے دُوسرے لٹّو کی طرف جانے والی اُنبھرنوں کے تسلسل پر مشتمل ہوتا ہے۔ اب سوال یہ ہے کہ شرارہ کی مدّتِ حیات کو کیا کہنا چاہیئے۔ اِس کی مدّتِ حیات نہایت قلیل ہوتی ہے۔ چنانچہ وہ ایک ثانیہ کے تقریباً چوبیس ہزارویں حصّہ سے زیادہ نہیں رہتا۔

تجربہ ۳۵ ———— برقی مشین کی' شیشہ کی' ایک تختی پر کاغذ کے چھوٹے چھوٹے چند ٹکڑے گوند سے چپکا دو۔ پھر کمرے کو تاریک کرو اور مشین کو چلاؤ۔ دیکھو جب لٹّوؤں کے درمیان شرارے گزرتے ہیں تو کاغذ کے ٹکڑے منوّر ہو جاتے ہیں۔ اِس بات پر بھی غور کر لو کہ کاغذ کے ٹکڑے بالکل ساکن معلوم ہوتے ہیں حالانکہ وہ بہت تیز گردش کر رہے ہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ شرارہ کی مدّتِ حیات اِتنی قلیل ہوتی ہے

کہ اپنی سُرعتِ رفتار کے باوجود بھی مشین کی تختی اِس مدّت میں کچھ قابلِ لحاظ گردش نہیں کرنے پاتی۔

شرارہ نما اَنبھرن میں بہت سی داخلانہ طاقت ہوتی ہے۔ چنانچہ وہ ٹھوس برق گزاروں میں سُوراخ کر دیتی ہے۔

تجربہ ۳۶ ——— داخلانہ اثر —

برقی مشین کے مُخرج لٹّوؤں کے درمیان کاغذی پٹھے کا تختہ رکھو۔ اور مشین کو چلاؤ۔ دیکھو ہر شرارہ پٹھے میں چھوٹا سا سُوراخ کر دیتا ہے۔ اِس بات کو بھی دیکھ لو کہ ہر سُوراخ کے دونوں پہلوؤں کے کنارے ذرا ذرا سے اُٹھے ہوئے ہیں جس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ گویا اَنبھرن ایک ہی وقت میں دونوں سمتوں میں گزری ہے۔

اَنبھرن مُوصِلوں میں سے ——— تم نے دیکھ لیا ہے کہ وِمشرسٹ مشین جب چل رہی ہوتی ہے تو اُس کے سِروں کے درمیان جو برقی قوت کا میدان پیدا ہوتا ہے اُسے ہم شرارہ نما اَنبھرن کے ذریعہ جلد جلد برباد کر سکتے ہیں۔ جب شرارے پیدا ہوتے ہیں تو اِن کے ساتھ ساتھ اِتنی ہی سُرعت سے برقی میدانِ قوت بگڑتا اور بنتا چلا جاتا ہے۔ اِس کام میں جو توانائی صَرف ہوتی ہے وہ اُس حِیلی کام سے حاصل ہوتی ہے جو مشین کے

چلانے میں کیا جاتا ہے۔

مشین کے سروں کو کسی مُوصل کے ذریعہ ایک دوسرے سے مِلا کر بھی ہم میدانِ قوت کو برباد کر سکتے ہیں۔ جب کوئی جیّد مُوصل، مثلاً تانبے کا تار، استعمال کیا جاتا ہے تو میدانِ قوت تقریباً آناً فاناً برباد ہو جاتا ہے۔ اور یہ عمل اِتنا تیز ہوتا ہے کہ میدانِ قوت برباد ہونے سے پہلے کچھ قابلِ لحاظ حِدّت حاصل نہیں کرنے پاتا۔

واقعہ یہ ہے کہ حالتِ مذکورہ میں دو متضاد تقاضے موجود ہوتے ہیں۔ یعنی:-

(ا) مشین میدانِ قوت پیدا کرنے کا تقاضا کرتی ہے۔

(ب) مُوصل اِس میدان کو برباد کر دینے کا متقاضی رہتا ہے۔

اِن تقاضوں کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ تار کے رستے برق کا مستقل "بہاؤ" پیدا ہو جاتا ہے۔ اور جب تک مُوصل کے سروں کے درمیان قُوّہ کا اختلاف قائم رہتا ہے اُس وقت تک یہ "بہاؤ" برابر جاری رہتا ہے۔

جب مشین چل رہی ہوتی ہے تو تار کے متسلسل نقطوں کے درمیان قُوّہ بالتدریج گھٹتا چلا

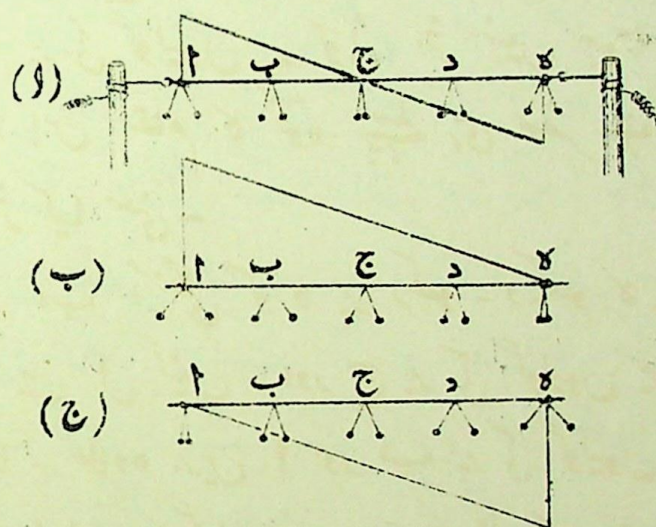
جاتا ہے۔ اور تار کا وہ سرا جو ثبت سرے سے کے ساتھ ملا ہوتا ہے وہ بلند ترین قُوّہ پر ہوتا ہے۔ لیکن تانبا ایسا عمدہ مُوصِل ہے کہ برقی بھریں مشین کے سروں پر جمع ہو کر قُوّہ کا کچھ زیادہ اختلاف پیدا نہیں کرنے پاتیں۔ تانبے کی بجائے ڈوری یا سُوت کی قسم کا کوئی ناقص مُوصِل استعمال کیا جائے تو اِس صورت میں البتہ برقی اَنبھرن کا عدوث اِتنا سُست ہوتا ہے کہ مشین اپنے سروں کے درمیان قُوّہ کا اچھا خاصا اختلاف پیدا کر سکتی ہے۔ ڈوری کے مختلف نقاط کے قُوّہ کا ہم اِس طرح مقابلہ کر سکتے ہیں کہ اِن نقطوں کو باری باری سے ذرا سی دیر کے لئے برق نما اَوراقِ طِلائی کے ساتھ جوڑتے جائیں۔ اور اُس کے اَوراقِ طِلائی کا اِنفراج دیکھتے جائیں۔ لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ یہ آلہ اِتنا حسّاس ہے کہ ایسے بلند قُوّوں کے لئے اِس کا استعمال مناسب نہیں۔ اِس کے استعمال کرنے کی بجائے اگر گُودے کی گولیاں سُوتی تاگوں میں باندھ کر ڈوری کے مختلف نقاط پر جوڑا جوڑا بنا کر لٹکا دی جائیں تو اِس تجربہ میں بخوبی کامیابی حاصل ہو سکتی ہے۔ چنانچہ گولیوں کا تدافع دیکھ کر ہم ڈوری کے مختلف نقاط کے قُوّہ کا مقابلہ کر سکتے ہیں۔

تجربہ ۳۷ ـــــــ قوّہ کا تغیر

(ا) ایک باریک سی تقریباً ایک میٹر لمبی ڈوری ا ہ شیشہ کی تقریباً ۴۰ سمر لمبی اِنتصابی سلاخوں کے درمیان کھینچ کر باندھو - پھر اِس ڈوری کے سِروں کو تانبے کے تاروں سے وِمشَرشٹ مشین کے سِروں سے مِلا دو - اور ڈوری کے ساتھ برابر برابر فاصلوں پر سُوتی تاگے میں بندھی ہوئی گُودے کی گولیوں کے پانچ جوڑے لٹکاؤ - اِس کے بعد مشین کو چلاؤ اور واقعات پر غور کرو - دیکھو ا اور ہ

(ا) ا ب ج د ہ

(ب) ا ب ج د ہ

(ج) ا ب ج د ہ

شکل ۲۵

برقائی ہوئی ڈوری پر اختلافِ قوّہ

(شکل ۲۵ ا) پر گولیوں کا اِنفراج سب سے زیادہ ہے -

پھر ب اور د پر کمتر ہے - اور ج پر کچھ بھی نہیں - اب ا پر کی گولیوں کے قریب برق بردار کی برقائی ہوئی تختی لاکر اِس بات کی تصدیق کرو کہ ا پر کی گولیاں ثبت بھرن سے لدی ہوئی ہیں - اِسی طرح ہ پر کی گولیوں کے قریب چپڑا لاکھ کی برقائی ہوئی سلاخ لاکر ثابت کرو کہ اِن گولیوں کا برقاؤ منفی ہے -

شکل میں جو مائل خط کھینچا گیا ہے وہ اِس بات کو تعبیر کرتا ہے کہ ڈوری پر قُوّہ کس طرح بالتدریج گرتا چلا جاتا ہے - نقطہ ج پر ڈوری کو اپنی اُنگلی سے چُھو لو - دیکھو اِس مقام پر کی گولیوں پر کوئی اثر نہیں ہوتا - اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس مقام کا قُوّہ پہلے ہی صفر ہے - پھر اُس پر ہاتھ کا اثر کیا معنی -

اب اُنگلی کو ہ پر رکھو - دیکھو ہ پر کی گولیاں اب آپس میں مِل گئیں - اور ج پر کی گولیوں میں اب اِنفراج پیدا ہوگیا - علاوہ بریں ا اور ب پر کی گولیوں کا اِنفراج پہلے سے زیادہ ہوگیا ہے - اور ہونا بھی یہی چاہیئے - کیونکہ اب خطِ قُوّہ کی وضع وہ نہیں بلکہ شکل ۲۵ ب کے مطابق ہے - یعنی ہ پر کا قوّہ بڑھ کر صفر ہوگیا ہے - اور اِسی حساب سے باقی نقاط پر کا قُوّہ بھی بالتدریج بڑھتا چلا گیا ہے - اِس کی وجہ یہ ہے کہ مشین اپنے سِروں کے درمیان اُتنے ہی اختلافِ قُوّہ کو قائم رکھے ہوئے ہے -

اور یہ اختلاف، ڈوری کے مختلف نقاط پر کے قُوّوں کی قیمتِ واقعی پر موقوف نہیں۔

اب اُنگلی کو ا پر رکھو اور دیکھو کیا ہوتا ہے۔

اِس صورت میں جو نتیجہ پیدا ہوتا ہے وہ شکل ۲۵ ج میں دکھایا گیا ہے۔ یعنی اب نقطہ ا پر قُوّہ گھٹ کر صفر ہو گیا ہے۔ اور اِسی حساب سے باقی نقاط پر کا قُوّہ گھٹتا چلا گیا ہے۔

مُوصِل کے کسی نقطہ کو زمین کے ساتھ مِلا دینے سے مُوصِل کے مختلف نقاط کے واقعی قُوّے تو بدل جاتے ہیں لیکن قُوّوں کے اختلافوں میں اور اِن اختلافوں سے نتیجۃً جو "بہاؤ" پیدا ہوتا ہے اُس میں کسی طرح کا کوئی تغیر پیدا نہیں ہوتا۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھو کہ ہر حال میں یہی صورت پیدا ہوتی ہے۔ چنانچہ جب برقائی ہوئی ڈوری کے دو مختلف نقطے (مثلاً دو سرے) ہاتھوں کے ذریعہ ایک ساتھ زمین سے مِلا دیئے جاتے ہیں تو پھر واقعات کی صورت وہ نہیں رہتی۔ یعنی اِس حالت میں دونوں سِروں کا قُوّہ یکساں ہوتا ہے۔ اور برقی بھرن کا "بہاؤ" مُوصِل کا رستہ چھوڑ کر ہاتھوں اور بازوؤں کا رستہ اختیار کر لیتا ہے۔ یہاں اِس بات کو یاد رکھو کہ ہم نے انسانی جسم کو اُس

جسم سے بہتر مُوصِل مان لیا ہے جو مشین کے سِروں کو مِلائے ہوئے ہے۔ اور واقعہ میں بات بھی یہی ہے۔ ہاں ڈوری یا سُوتی تاگے کی بجائے اگر دھاتیں استعمال کی جائیں تو اِس صورت میں البتہ ہمارا یہ فرضیہ صحیح نہ ہوگا۔

برقی اُبھرن کے کیمیائی، حرارتی، اور مقناطیسی اثر

برقی اُبھرن کے جِبلّی اثر کی توضیح تجربہ ۳۶ میں گزر چکی ہے۔ اب ہم اِس کے کیمیائی، حرارتی، اور مقناطیسی اثروں سے بحث کرتے ہیں۔

جب برقی مشین چل رہی ہوتی ہے تو اُس کے پاس اوزون (Ozone) کی مخصوص بُو محسوس ہوتی ہے۔ یہاں وہ کیمیائی عمل جس سے آکسیجن (Oxygen) اوزون (Ozone) میں تبدیل ہوتی ہے برقی اُبھرن سے پیدا ہوتا ہے۔

سفید تقطیری کاغذ کا ٹکڑا اگر نشاستہ اور پوٹاسیئم آئیوڈائیڈ (Potassium iodide) کے شیرہ سے بھگو لیا جائے۔ اور پھر شیشہ کے تختہ پر رکھ کر برقی مشین کے سِروں کے عین قریب نیچے کی طرف جما دیا جائے تو جس مقام پر اُبھرن کاغذ سے ٹکراتی ہے وہاں نیلا رنگ پیدا

ہو جاتا ہے۔ نیلے رنگ کا پیدا ہونا پوٹاسیئم آئیوڈائیڈ
(Potassium iodide) سے آئیوڈین (Iodine)
کے آزاد ہو جانے کا نتیجہ ہے۔ اِس کاغذ کو
وولٹائی مورچے سے چھو لیا جائے تو وہاں بھی یہی
کیمیائی تغیر پیدا ہوتا ہے۔ لیکن
وہاں رنگ کا اظہار صرف ثبت سرے کے اِرد گِرد
ہوتا ہے۔

اُنبھرن کا حرارتی اثر اِس طرح دکھایا جاسکتا
ہے کہ دو محفوظ دھاتی گولے چھوٹے سے نہایت
باریک تار کے ذریعہ ایک دُوسرے کے ساتھ
مِلا دیئے جائیں۔ اور پھر اِس تار کے رستے ،لیڈنی
مرتبانوں کا مورچہ اُنبھرا کیا جائے۔ اُنبھرن سے
تار دھماکے کی سی تُندی کے ساتھ بخارات بن کر
اُڑ جائیگا۔

کسی محفوظ تختی پر تھوڑی سی بارود رکھ کر
اِس بارود میں سے اُنبھرن گزارو تو بارود بکھر جاتی
ہے اور جلتی نہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اُنبھرن
کی مدّت نہایت قلیل ہوتی ہے۔ یہاں تک کہ
بارود ابھی گرم ہو کر اپنی تپشِ اِشتعال پر پہنچنے بھی
نہیں پاتی کہ اُنبھرن کے صدمے سے بکھر جاتی
ہے۔ ہاں کوئی ناقص مُوصِل مثلاً گیلی ڈوری رستے

میں رکھ کر اگر اُبھرن کو سُست کر دیا جائے تو اس صورت میں البتہ بارُود جل اُٹھتی ہے -

لیڈنی مرتبان سے پیدا ہونے والی اُبھرن سے ایتھر (Ether) جل اُٹھتا ہے -

تجربہ کرنے والا اگر محفوظ اِستادہ پر کھڑا ہو جائے اور اپنے ایک ہاتھ کو برقی مشین کے ایک سِرے پر رکھ کر اُس کے دُوسرے سِرے کو زمین سے مِلا دے ' اور پھر گیسی مشعل میں گیس چھوڑ کر دُوسرے ہاتھ کی اُنگلی ' مشعل سے نکلتی ہوئی گیس کی طرف کرے تو اُنگلی سے مشعل کی طرف شرارہ جائیگا - اور اس سے گیس جل اُٹھیگی -

گٹاپرچا (Guttapercha) سے ڈھکے ہوئے تانبے کے موٹے تار کا کُھلا مرغولہ بنا کر محفوظ کر لو - اور اس مرغولہ کے اندر فولاد کی سُوئی رکھ کر مرغولہ کے تار میں سے لیڈنی مرتبانوں کے مورچہ سے اُبھرن گزارو تو سُوئی مقناطیس ہو جاتی ہے -

یہ اثر جن کا اِس مقام پر ہم نے ذکر کیا ہے صرف متحرک برق سے پیدا ہو سکتے ہیں - مقیم برقی بھرن اِن میں سے کسی ایک کو بھی پیدا نہیں کر سکتی - ہاں یہ ہو سکتا ہے کہ برق بھرا جسم مُعلّق مقناطیس کے کسی ایک قطب پر کشش کی قوت ظاہر

کرے - لیکن یہ کشش کسی مقناطیسی واقعہ کا نتیجہ نہیں۔ چنانچہ یہی اثر اُس صورت میں بھی پیدا ہوتا ہے جب کہ مقناطیس کی بجائے ہم دھات یا کسی اور مادّہ کی پتّی رکھ دیتے ہیں -

آئندہ فصلوں میں تم دیکھو گے کہ جب وَوْلٹائی خانہ کی پیدا کی ہوئی برقی رَو دھاتی تار میں سے گزرتی ہے تو اُس وقت بھی اِس قسم کے کیمیائی، حرارتی، اور مقناطیسی اثر مُشاہدہ میں آتے ہیں۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ جس چیز کو ہم برقی اُبھرن کہتے ہیں اُس میں برق کا گزر یا تو فوری ہوتا ہے یا رُک رُک کر - اور برقی رَو میں مستقل اور مسلسل ہوتا ہے -

تیسری فصل کی مشقیں

۱- لیڈنی مرتبان کے بیرونی غلاف کو ہم نے ہاتھ میں لے لیا ہے - اور اُس کا لٹّو برقی مشین کے مُوصِل کے سامنے کرتے ہیں - مفصل بیان کرو کہ برقاؤ کے اعتبار سے مرتبان کس حالت میں ہے - اور یہ بھی بتاؤ کہ بھرے مرتبان کو میز پر رکھنا خطرناک کیوں نہیں ہوتا - اِس بات کی بھی توضیح کرو کہ مرتبان کو میز پر رکھ کر اس کے لٹّو کو اُنگلی سے چُھوتے ہیں تو جھٹکا کیوں محسوس

ہوتا ہے۔ اور جب تم خود خشک بیروزے کی ٹکیا پر کھڑے ہوکر یا مرتبان کو خشک بیروزے کی ٹکیا پر رکھ کر لٹو کو انگلی سے چھوتے ہو تو اس صورت میں جھٹکا کیوں محسوس نہیں ہوتا۔

۲۔ غیر موصل سہارے پر رکھا ہوا پانی کا برقایا ہوا قطرہ بخارات بن کر اُڑ رہا ہے۔ اس بات کو مان لو کہ بخارات برقاؤ سے عاری ہیں۔ اور بتاؤ کہ قطرہ کے قوہ میں کیا تغیر پیدا ہو رہے ہیں۔

۳۔ دو محفوظ مشابہ انتصابی تختیاں ا اور ب ایک دوسری سے تقریباً ایک انچ کے فاصلہ پر متوازی رکھی ہیں۔ اور دونوں جدا جدا برق نما اوراقِ طلائی کی ڈبیوں سے رلا دی گئی ہیں۔ مفصل بیان کرو کہ ذیل کی صورتوں میں ان برق نماؤں کے واردات کیا ہونگے :—

(ا) ا کو ہم مثبت بھرن دیتے ہیں۔

پھر اس کے بعد

(ب) ہم ب کو چھو لیتے ہیں۔

۴۔ قلعی کی تختی خشک ریشمی تاگے کے ساتھ لٹک رہی ہے۔ اس تختی کو ہم برقی مشین کے ذریعہ یہاں تک برقا دیتے ہیں کہ مزید برقاؤ کی اس میں گنجائش نہیں رہتی۔ لیکن جب اس کو اُبھرا کرتے ہیں

تو اِس سے صرف خفیف سا شرارہ حاصل ہوتا ہے۔ یہی تختی اگر میز پر رکھی ہوئی شیشہ کی خشک تختی پر رکھ دی جائے تو اِس صورت میں، مشین سے برقا دینے کے بعد، اُس سے چمکدار شُعلہ پیدا ہوتا ہے۔ مفصل بیان کرو کہ اِس اختلاف کی علت کیا ہے۔

۵۔ لیڈنی مرتبان کا بیرونی غلاف اگر زمین سے مِلا ہؤا نہ ہو تو اُسے ہم بہت زیادہ نہیں برقا سکتے۔ تمہاری رائے میں اِس واقعہ کی کیا توجیہ ہونا چاہیئے؟

۶۔ تم کس طرح ثابت کروگے کہ مُوصِل کے کونوں اور اُس کی نوکوں پر برق کا اجتماع سب سے زیادہ ہوتا ہے؟ دو اِس قسم کی مثالیں بتاؤ جن میں اِس خاصیت سے عملی کام لیا گیا ہو۔

۷۔ ایک نارنگی خشک ریشمی تاگے کے ساتھ لٹک رہی ہے۔ اِس نارنگی میں ایک سینے کی سُوئی اِس طرح گاڑ دی گئی ہے کہ اُس کی نوک باہر کی طرف ہے۔ مفصل اور موجّہ بیان کرو کہ ذیل کی صورتوں میں کس طرح کے برقی اثر پیدا ہونگے :—

(ا) ایک برقایا ہؤا جسم ہم سُوئی کے قریب لاکر اُس کی نوک کے مقابل رکھتے ہیں۔

(ب) برقایا ہوا جسم ہم نارنگی کے اُس پہلو کے قریب رکھتے ہیں جو سُوئی کی سمتِ مخالف میں ہے۔

۸- مُوصِل ا کے ساتھ ایک تیز نوک لگی ہوئی ہے۔ اِس نوک کو ہم برقائے ہوئے محفوظ مُوصِل ب کے قریب رکھتے ہیں۔ بتاؤ مندرجہ ذیل صورتوں میں ب پر کیا اثر ہوگا:-

(ا) جب کہ ا محفوظ ہے۔

(ب) جب کہ ا غیر محفوظ ہے۔

۹- دو اَوراق دار برق نما ہر اعتبار سے باہم مشابہ ہیں۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ ایک کی ٹوپی پر سُوئی لگی ہوئی ہے۔ اِن دونوں کو ہم برقی مشین سے مساوی فاصلوں پر رکھ دیتے ہیں۔ پھر جب مشین کو چلاتے ہیں تو دونوں کے طلائی اَوراق منفرج ہو جاتے ہیں۔ اور جب مشین ٹھیر جاتی ہے تو ایک کے طلائی اَوراق بہت جلد ایک دُوسرے سے مِل جاتے ہیں۔ اور دُوسرے کے طلائی اَوراق مقابلۃً بہت دیر کے بعد مِلتے ہیں۔ تمہاری رائے میں اِس اختلاف کی کیا توجیہ ہو سکتی ہے؟

۱۰- سادہ فزکی برقی مشین کا خاکہ بناؤ اور اُس کی تشریح کرو۔

۱۱- برق بردار کی بناوٹ بیان کرو۔ اور اُس کے طریقِ عمل کی توضیح کرو۔

۱۲- بجلی سے بچنے کے لئے جو مُوصِل استعمال کیا جاتا ہے، چھوٹے سے پیمانہ پر اُس کا عمل دکھانے کے لئے ایک تجربہ تجویز کرو۔

دُوسرا باب

وولٹائی برق

چوتھی فصل

وولٹائی خانے

کیمیائی عمل ——— وولٹائی خانہ سے جو برقی رَو حاصل ہوتی ہے اُس کی توانائی اُس کیمیائی عمل سے آتی ہے جو خانہ کے اندر جاری رہتا ہے۔ اِس لئے یہ امر نہایت ضروری ہے کہ کیمیائی عمل کی حقیقت بخوبی ذہن نشین کرلی جائے۔ مثال کے طور پر ذیل کے تجربوں پر غور کرو۔ یہ تجربے اُن کیمیائی تغیّرات سے جو کئی اقسام کے خانوں میں پیدا ہوتے ہیں، نہایت قریب کا تعلق

رکھتے ہیں۔

تجربہ ۳۸ ——— کیمیائی تغیر :-

(ا) جست کا ایک باریک سا پترا لے کر اُس کا سرا ایک ایسے گرم گیسی شُعلہ میں رکھو جیسا کہ پُھکنی سے حاصل ہوتا ہے۔ دیکھو دھات جلنے لگی۔ اور چمکدار نیلگوں سبز شُعلہ دے رہی ہے۔ اور سفید سفوف میں بدلتی جاتی ہے۔ یہ سفوف جست کا آکسائیڈ (Oxide) ہے جو جست اور آکسیجن (Oxygen) کے کیمیائی مِلاپ سے پیدا ہوُا ہے۔

(ب) اب اِسی طرح تانبے کے پتلے پترے پر تجربہ کرو۔ دیکھو یہ دھات جلتی تو نہیں۔ لیکن اِس کے اُوپر سیاہ رنگ کی تہ بن جاتی ہے۔ یہ سیاہ رنگ تہ تانبے کا آکسائیڈ (Oxide) ہے۔

(ج) جب پلاٹینم (Platinum) کا پترا اِس طرح شُعلہ میں رکھا جاتا ہے تو اُس میں کوئی تغیر محسوس نہیں ہوتا۔

تجربہ ۳۹ ——— دھات کا تعامل تُرشہ سے۔

(ا) امتحانی نلی میں تھوڑا سا ہلکایا ہوُا (۱ : ۸) سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ لو۔ اور اُس میں تجارتی جست کی ایک چھوٹی سی پتّی ڈال دو۔ دیکھو جست کی سطح سے گیس کے بُلبلے اُٹھنے لگے۔ امتحانی نلی کا مُنہ چند دقیقوں کے لئے اپنے انگوٹھے سے بند کر لو تاکہ گیس نلی میں سے نکلنے نہ پائے۔ پھر انگوٹھا ہٹا لو اور نلی کا مُنہ گیسی شُعلہ کے پہلو کے پاس لاؤ۔ دیکھو امتحانی نلی

میں گیس جلنے لگی اور اُس سے نیلا سا شعلہ پیدا ہو رہا ہے۔ اِس طرح جو گیس حاصل ہوتی ہے اُسے ہائیڈروجن (Hydrogen) کہتے ہیں۔ یہ بھی دیکھ لو کہ امتحانی نلی میں ڈالا ہؤا جست بالتدریج غائب ہوتا جا رہا ہے۔

(ب) یہی تجربہ اب تانبے پر کرو۔ دیکھو ہلکایا ہؤا تُرشہ گرم کرنے پر بھی تانبے پر کوئی اثر نہیں کرتا۔ اِس کی بجائے اگر طاقتور سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ استعمال کیا جائے تو وہ بھی جب تک گرم نہ کیا جائے اِس دھات پر کوئی عمل نہیں کرتا۔

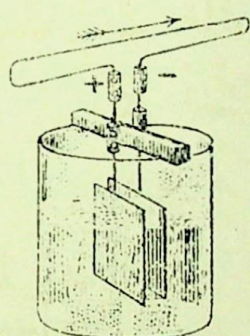
(ج) جب پلاٹینم (Platinum) پر یہ تجربہ کیا جاتا ہے تو اُس پر گرم کرنے سے بھی طاقتور سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ کا کوئی عمل نہیں ہوتا۔

سادہ وولٹائی خانہ —— جب دھاتیں ہلکائے ہوئے سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ میں رکھی جاتی ہیں تو اُن سب پر کیمیائی عمل مساوی نہیں ہوتا۔ چنانچہ جست، تانبے، اور پلاٹینم (Platinum) میں سے جست سب سے جلد اور زیادہ متاثّر ہوتا ہے۔ اور پلاٹینم (Platinum) سب سے کم۔ اِن دھاتوں میں سے ہم کوئی سی دو کو سادہ وولٹائی خانہ بنانے میں استعمال کر سکتے ہیں۔ لیکن چونکہ تانبا اور جست بہت عام دستیاب ہوتے ہیں اِس لئے عام طور پر یہی دھاتیں اِس مطلب کے لئے انتخاب

کی جاتی ہیں۔ اِس کے علاوہ اِن کے لئے اَور وجوہِ انتخاب بھی ہیں۔

تجربہ ۵۶ ـــــــ برقی رَو - تانبے اور جست کا ایک ایک مستطیل (۱۰ × ۴ سم) پترا لو۔ اور دونوں کے اُوپر والے کناروں پر تانبے کا ایک ایک موٹا تار ٹانکے سے جوڑ دو۔ پھر جیسا کہ شکل ۳۶ میں دکھایا گیا ہے اِن پتروں کو سہارا دے کر گلاس کے اندر لٹکائے ہوئے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ میں رکھو۔ اور اِن کے سِروں کو تانبے کے ایک لمبے سے پتلے تار کے ذریعہ ایک دُوسرے سے جوڑ دو۔ اِس کے بعد میز پر ایک کمپاسی سُوئی رکھو۔ اور اِس سُوئی کے عین اُوپر اور قریب تانبے کے واصل تار کا مستقیم حصہ لاؤ۔ اور اِس بات کی احتیاط رکھو کہ تار مقناطیسی نصف النہار میں رہے۔ دیکھو سُوئی منصرف ہوگئی۔ یہ تجربہ برق کی موجودگی کا ایک نہایت سادہ اور عمدہ امتحان ہے۔ اِس کا نظریہ ہم آگے چل کر بیان کرینگے۔

شکل ۳۶
سادہ وولٹائی خانہ

جس تار میں سے برقی رَو گزرتی ہے وہ صرف کمپاسی سُوئی پر ہی مقناطیسی عمل نہیں کرتا بلکہ فولاد کے

ٹکڑے کو مقنا دینے کی بھی قابلیت رکھتا ہے۔ اِس قسم کا تار بشرطیکہ سُوت میں لپٹا ہُؤا ہو جب شیشہ کی تنگ نلی کے گرد لپیٹ کر بند مرغولہ کی صورت بنا لیا جاتا ہے اور پھر اِس مرغولہ کے اندر سِینے کی سُوئی رکھ دی جاتی ہے تو سُوئی ذرا سا مستقل برقاؤ حاصل کر لیتی ہے۔ اِس اِجمال کی تفصیل اگلی فصل میں آئیگی۔

مقامی عمل

جب تانبے اور جست کے پترے، ہلکائے ہوئے سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ میں رکھے جاتے ہیں اور تُرشہ سے باہر کی طرف تار سے ایک دُوسرے کے ساتھ مِلا دئے جاتے ہیں تو دونوں پتروں کی سطح پر بُلبلے اُٹھتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔ لیکن جب واصل تار کو ہم الگ کر لیتے ہیں تو تانبے کی سطح پر تو بُلبلوں کا پیدا ہونا رُک جاتا ہے اور جست کی سطح پر جاری رہتا ہے۔ یہ واقعہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ جست اور تُرشہ کے درمیان کیمیائی عمل اِس وقت بھی جاری ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس صورت میں برقی رَو تو پیدا ہو نہیں رہی اِس لئے جست ضائع ہو رہا ہے۔ اور اِس کی متساوی کیمیائی توانائی کھوئی جا رہی ہے۔ یہ عمل صرف اُس وقت پیدا ہوتا ہے جب تجارتی جست استعمال کیا جاتا ہے۔ اگر خالص جست، ہلکائے ہوئے تُرشہ میں رکھا جائے تو پھر اِس عمل کا کوئی شائبہ پیدا نہیں ہوتا۔ یہ عمل اِس

بات کا نتیجہ ہے کہ تجارتی جست میں کھوٹ ہوتے ہیں جو بیشتر لوہے اور کاربن (Carbon) پر مشتمل ہوتے ہیں۔

ہلکائے ہوئے تُرشہ میں جب تجارتی جست ڈالا جاتا ہے تو اُس کی سطح پر کا' لوہے یا کاربن (Carbon) کا' ہر ذرّہ ایک چھوٹا سا دولٹائی خانہ بنا دیتا ہے جو اپنے اِرد گرد سے جست کو کھاتا جاتا ہے۔ اِس طرح لوہے یا کاربن (Carbon) کے ذرّوں پر سے ہائیڈروجن (Hydrogen) کے بُلبلے اُٹھنے لگتے ہیں۔ اِس واقعہ کو **مقامی عمل** کہتے ہیں۔

تجارتی جست کی صاف سطح پر اگر پارے کا قطرہ مَل دیا جائے تو اِس سے اِن دونوں دھاتوں کا ملغّم بن جاتا ہے۔ اور اِس طرح مقامی عمل بخوبی رُک جاتا ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ پارا' جست کو حل کرلیتا ہے' اور لوہے اور کاربن (Carbon) کو حل نہیں کرتا۔ اِس لئے پارے کی تہ' ہلکائے ہوئے تُرشہ کے لئے' خالص جست مہیّا کرتی جاتی ہے۔ اور لوہے اور کاربن (Carbon) کے ذرّات کے لئے تُرشہ کے سامنے آڑ بن جاتی ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ یہی چیزیں مقامی عمل کی مُوجِب ہیں۔ جب اِن پر پردہ پڑ گیا اور اِنہیں تُرشہ سے مَس کرنے کا موقع نہ مِلا تو مقامی عمل کا پیدا ہونا کیا معنی۔

تجربہ ۱۴۱ —— خالص جست

تُرشہ میں۔ خالص جست کی ایک گھنڈی لے کر امتحانی نلی

میں رکھو اور اُس پر ہلکایا ہؤا سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ ڈالو۔ دیکھو کوئی کیمیائی عمل محسوس نہیں ہوتا۔

تجربہ ۴۲ ــــــ تلغیم۔

(ا) تجارتی جست کا چھوٹا سا ٹکڑا امتحانی نلی میں رکھو اور اُس پر تھوڑا سا ہلکایا ہؤا تُرشہ ڈالو۔ دیکھو کیسا تیز کیمیائی عمل ہوتا ہے۔ اب نلی میں پارے کا چھوٹا سا قطرہ ڈالو اور نلی کو خوب ہلاؤ۔ دیکھو جست کی سطح پارے سے کُلیتہً ملغّم ہوگئی اور کیمیائی عمل رُک گیا۔

(ب) تجربہ ۴۰ میں جو جست کا پترا تم نے استعمال کیا ہے اُس کو چند دقیقوں کے لئے ہلکائے ہوئے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ میں ڈبو دو تاکہ اُس کی سطح صاف ہو جائے۔ پھر اُسی سطح پر روئی یا کپڑے سے پارے کا ایک قطرہ مَل کر پتروں کو ملغّم کر دو۔ اور اِس کے بعد تجربہ ۴۰ کی طرح وولٹائی خانہ تیار کرو۔ دیکھو اب جست سے گیس کے بُلبلے پیدا نہیں ہوتے اور تانبے کی سطح پر پیدا ہو رہے ہیں۔

تجربہ ۴۳ ــــــ وولٹائی عمل۔

(ا) خالص جست کا ٹکڑا امتحانی نلی میں رکھو اور اُس پر ہلکایا ہؤا سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ ڈالو۔ دیکھو کیمیائی عمل شروع نہیں ہوتا۔ اب نلی میں تانبے کے چند ریزے ڈالو۔ دیکھو فوراً تُندی کے ساتھ کیمیائی عمل شروع ہو گیا۔ اِس بات کو بھی دیکھ لو کہ گیس کے بُلبلے جست پر سے نہیں اُٹھتے۔ صرف تانبے

پر سے اُٹھ رہے ہیں۔ یہ واقعہ حقیقت میں چھوٹے سے پیمانہ پر تجربہ ۴۲ ب کا اعادہ ہے۔ یہ کونسی گیس نکل رہی ہے؟ نلی کا مُنہ چند دقیقوں کے لئے اپنے انگوٹھے سے بند کرلو اور ثابت کرو کہ یہ گیس ہائیڈروجن (Hydrogen) ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ یہ بھی ایک سادہ دولٹائی خانہ بن گیا ہے جس میں واصل تار نظر انداز کردیئے گئے ہیں۔ اِس لئے کہ تُرشہ کی سطح کے نیچے جست اور تانبا خود ایک دُوسرے سے ملے ہوئے ہیں۔

(ب) اب یہی تجربہ تانبے کی بجائے تھوڑا سا ٹیچو ڈال کر کرو۔ دیکھو اِس صورت میں بھی ویسے ہی واقعات پیدا ہوتے ہیں۔

(ج) لوہے یا تانبے کی بجائے باریک پسا ہوا کوئلہ استعمال کرو اور نلی کو خوب ہلاؤ۔ دیکھو اِس صورت میں بھی وُہی باتیں مشاہدہ میں آتی ہیں۔

یہ بات بہت آسانی سے دکھائی جاسکتی ہے کہ سادہ دولٹائی خانہ میں جست ہی کے صرف ہونے سے وہ توانائی حاصل ہوتی ہے جس کو برقی رَو سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ مثلاً جب ہم جست کے پترے کو احتیاط سے سُکھا کر اور تول کر شکل ۲۶ کی طرح دولٹائی خانہ تیار کرتے ہیں اور کچھ دیر تک برقی رَو جاری رکھنے کے بعد پھر اِس پترے کو سُکھا کر تولتے ہیں تو اِس کا وزن پہلے سے کم نکلتا ہے۔ اور وزن کا نقصان تخمیناً اُس مدّت کا متناسب ہوتا ہے

جس میں برقی رَو جاری رہتی ہے۔ تانبے کے پترے کا وزن البتہ مستقل رہتا ہے۔

وولٹائی خانہ کے سِروں کا اختلافِ قوّہ

اِس مقام پر ضروری ہے کہ سادہ وولٹائی خانہ میں واصِل تاروں میں جو برقی رَو پائی جاتی ہے اُس کی **علت** سے بھی اجمالاً بحث کرلی جائے۔

مادّہ جب جاذبۂ زمین کے زیرِ اثر کسی بلند مقام سے گِر رہا ہوتا ہے تو اِس حالت میں وہ اُس مقام سے جہاں اُس کی توانائی بالقُوّہ زیادہ ہوتی ہے اُس مقام کی طرف حرکت کر رہا ہوتا ہے جہاں اُس کی توانائی بالقُوّہ کم ہوتی ہے۔ اِن دونوں مقاموں کو ہم علی الترتیب بلند اور پست تجاذبی قوّہ کے نقطے کہہ سکتے ہیں۔ اِسی طرح برق بھی اُس مقام سے جہاں برقی قوّہ بلند تر ہوتا ہے اُس مقام کی طرف "بہنے" کا تقاضا کرتی ہے جہاں برقی قوّہ پست ہوتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ برقی قوّہ کے اختلاف اور برق کے "بہاؤ" میں علت و معلول کا رشتہ ہے۔

لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ برق کا "بہاؤ" صِرف اِس حالت میں صورت پذیر ہوتا ہے جب کہ بلند و پست قوّہ کے نقاط کسی ایسے واسطہ سے باہم مِلا دیئے جاتے ہیں جس میں برق کا گزر ممکن ہو۔ اِس قسم کے واسطہ کو **مُوصِل** کہتے ہیں۔ مثلاً تجربہ ۴۰ میں وولٹائی خانہ کے تانبے اور جست کے پتروں کو مِلانے والا تانبے کا تار مُوصِل ہے۔

خانہ اور تار کے مجموعہ کو ہم برقی دَور کہہ سکتے ہیں۔

"سیّالاتِ سکونی" سے مشابہت

برقی دَور کے برقی واردات کو ہم دو حوضوں میں رکھے ہوئے پانی کے واردات سے تشبیہ دے سکتے ہیں بحالیکہ حوض نیچے سے ایسے نل کے ذریعہ باہم مِلا دئے گئے ہوں جسے ڈاٹ سے بند کر لینا ممکن ہو۔ اگر ایک حوض میں پانی کی سطح دُوسرے حوض کے مقابلہ میں بلند تر ہے تو جب ڈاٹ کو کھول دینگے تو پانی پہلے حوض سے دُوسرے حوض کی طرف بہنے لگیگا اور جب تک دونوں حوضوں میں پانی کی سطح مساوی بلندی پر نہ آ جائیگی برابر بہتا رہیگا۔ یعنی بہاؤ کی شرح (یا "رَو") اختلافِ بلندی کے گھٹنے کے ساتھ ساتھ بالتدریج گھٹتی جاتی ہے۔ اور آخرِ کار جب بلندیوں کا اختلاف جاتا رہتا ہے تو پانی کا بہنا بھی رُک جاتا ہے۔ پانی کا بہاؤ ہم ڈاٹ کو بند کرنے سے بھی روک سکتے ہیں۔ اِس حالت میں نل پانی کو ایک بلندی سے دُوسری بلندی کی طرف گویا ایصال نہیں کرتا۔ یہ واقعہ بعینہٖ تانبے کے واصل تار کو وولٹائی خانہ کے کسی ایک سِرے سے جُدا کرکے خانۂ مذکور کے برقی دَور کو توڑ دینے کا مشابہ ہے۔

نل کے رستے پانی کے بہاؤ کی شرح صِرف اِس حالت میں یکساں رہ سکتی ہے کہ جس شرح سے نل میں

پانی بہ رہا ہے دُوسرے حوض میں سے کسی پمپ کے ذریعہ اُسی شرح سے پانی کے نکل جانے کا انتظام کردیا جائے۔ اِس صورت میں سطح کی بلندیوں کے ابتدائی اختلاف کو وہ توانائی قائم رکھیگی جو پمپ کے چلانے میں صرف ہوتی ہے۔ سادہ وولٹائی دور میں پتروں کا ابتدائی اختلافِ قُوّہ جست اور ترشہ کے کیمیائی تعامل سے قائم رہتا ہے۔ پھر جُونہی تمام جست یا تمام تُرشہ صرف ہو جاتا ہے برقی رَو معاً بند ہو جاتی ہے۔

سادہ وولٹائی خانہ میں تانبے کا پترا جست کے مقابلہ میں بلند تر برقی قُوّہ پر ہوتا ہے۔ اِس پترے کو تم یوں تصور کر سکتے ہو کہ یہ پانی کے اُس حوض کا مشابہ ہے جس میں پانی کی سطح بلند تر ہے۔ تانبے اور جست کے پتروں کو، اصطلاحاً خانہ کے مثبت اور منفی سِرے کہتے ہیں اور برقی رَو کو یوں بیان کیا جاتا ہے کہ وہ واصل تار کے رستے تانبے سے جست کی طرف چلتی ہے۔ تمام اقسام کے وولٹائی خانوں میں، جن کا ذکر آگے آئیگا، جست ہی کا پترا ہمیشہ، خانہ کا منفی سِرا ہوتا ہے۔

قوت محرکۂ برق ——— وہ قوت جو دھاتی پتروں کے درمیان اختلافِ قُوّہ کو قائم رکھتی ہے اُسے خانہ کی **قوت محرکۂ برق** کہتے ہیں۔ آئندہ تقریروں میں قوت محرکۂ برق لکھنے کی بجائے اختصار کے لحاظ سے

ہم صرف ق م ب لکھینگے۔

پتروں کے اختلافِ قوّہ کا درجہ خانہ کے اندر ق م ب کے درجہ پر موقوف ہوتا ہے۔ پھر اِس سے ظاہر ہے کہ اِن میں سے اگر ایک کی قیمت معلوم ہو جائے تو عدداً وُہی دُوسرے کی قیمت کو بھی تعبیر کریگی۔ اِس بناء پر یہ رواج ہو گیا ہے کہ جہاں دھاتی پتروں کے اختلافِ قوّہ کا حوالہ دینا ہوتا ہے وہاں خانہ کی ق م ب ہی کے حوالہ سے کام لیا جاتا ہے۔

خانوں کی ق م ب کو تعبیر کرنے کے لئے ایک خاص اِکائی اختیار کرلی گئی ہے جسے وولٹ (صفحہ ۲۰۵) کہتے ہیں۔ اِس اِکائی کی مقدار کا اندازہ تم اِس سے کر سکتے ہو کہ تجربہ ۱۰۳ میں جس سادہ وولٹائی خانہ کا ذکر آیا ہے اُس کی ق م ب تقریباً ۱ وولٹ (Volt) ہے۔ آگے چل کر تم دیکھو گے کہ دانیال کے خانہ کی ق م ب تقریباً ۱،۰۷ وولٹ (Volt) ہے۔ اور گرُوو کے خانہ کی تقریباً ۱،۹۵ وولٹ (Volt)۔

تقطیب ——— تم دیکھ چکے ہو کہ سادہ وولٹائی خانہ جب چل رہا ہوتا ہے تو تانبے کی سطح پر گیس (ہائیڈروجن Hydrogen) کے بُلبلے جمع ہو جاتے ہیں۔ اِس طرح تانبے کے پترے کا ہر وہ چھوٹا سا حصّہ جس سے ہائیڈروجن (Hydrogen) کا بُلبلا چمٹا

ہوتا ہے ترشہ سے محفوظ رہتا ہے ۔ اور اس سے تانبے کے پترے کا
مؤثر رقبہ گھٹ جاتا ہے ۔ ہائیڈروجن (Hydrogen) کا اجتماع ایک
اور اعتبار سے بھی مضر ہے ۔ یعنی ہائیڈروجن (Hydrogen)
بہت جلد آکسیڈائیز (Oxidise) ہو جاتی ہے ۔ اور اس
اثنا میں وہ جست کے مشابہ عمل کرتی ہے ۔ چنانچہ جب
وہ وولٹائی خانہ میں موجود ہوتی ہے تو جست کی طرح عمل
کرکے ترشہ کے رستے تانبے سے جست کی طرف برقی
رو بھیجنے کا تقاضا کرتی ہے ۔ اس طرح خانہ کی
ق م ب اس آزاد شدہ ہائیڈروجن (Hydrogen)
سے پیدا ہونے والی مخالف ق م ب کی وجہ سے
کم ہو جاتی ہے ۔ پھر ظاہر ہے کہ خانہ اور واصل تار میں
سے گزرنے والی رو کو بھی نتیجۃً گھٹ جانا چاہیئے ۔ یہ
اثر جو تانبے کے پترے پر ہائیڈروجن (Hydrogen) کے جمع
ہو جانے سے پیدا ہوتا ہے اس کو خانہ کی **تقطیب**
کہتے ہیں ۔

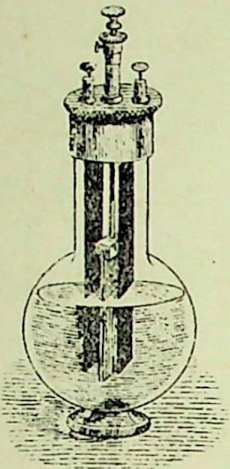
اس ہائیڈروجن (Hydrogen) کا حیلی ذرایع
سے دور کرنا وقت طلب ہے ۔ ہاں کیمیائی ذرایع سے
(مثلاً آکسیڈائیز (Oxidise) کر دینے سے) البتہ اس
کے اجتماع کو بہ آسانی روکا جا سکتا ہے ۔ یہ ظاہر ہے کہ
اس حالت میں ہم اس کو ہوا میں تو جلا نہیں سکتے ۔ ہاں
ہوا کے علاوہ اور چیزیں مثلاً پوٹاسیئم پرمینگانیٹ

(Potassium Permanganate)، مینگانیز ڈائی آکسائیڈ (Manganese Dioxide)، پوٹاسیئم ڈائی کرومیٹ (Potassium Dichromate)، البتہ اِس کام کو بخوبی انجام دے سکتے ہیں۔ اِن چیزوں میں بہت سی آکسیجن (Oxygen) ہوتی ہے۔ اور جب اِن چیزوں کو ہم پانی میں حل کر دیتے ہیں تو اِن سے آکسیجن (Oxygen) بہ آسانی جُدا ہو جاتی ہے۔ اِس بناء پر اِن چیزوں کو آکسیڈائیزنگ (Oxidising) عامل کہتے ہیں۔

تقطیب کو روکنے کے لئے اور کیمیائی قاعدے بھی مِل سکتے ہیں۔ اور وولٹائی خانہ کی جو بہت سی قسمیں وضع کی گئی ہیں اُن کے اختلاف بیشتر اِن ہی قاعدوں پر مبنی ہیں جو اِن میں تقطیب کو روکنے کے لئے اختیار کئے گئے ہیں۔

ڈائی کرومیٹ (Dichromate) والا خانہ

——— اِس خانہ میں دفعِ تقطیب کے لئے پوٹاسیئم ڈائی کرومیٹ () استعمال کیا جاتا ہے اور اُس کے ساتھ ہلکایا ہؤا سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ مِلا دیا جاتا ہے۔ تانبے کے ساتھ چونکہ ڈائی کرومیٹ (Dichromate) اور تُرشہ کا یہ آمیزہ تعامل کرنے لگتا ہے اِس لئے تانبے کی بجائے کاربن (Carbon) کے پترے استعمال کئے جاتے ہیں۔

اِس خانہ کی ایک سادہ صورت شکل ۲۷ میں دکھائی گئی ہے - اِس میں جستی پترے کے دونوں پہلوؤں پر کاربن (Carbon) کا ایک ایک پترا رکھا ہے اور کاربن (Carbon) کے پترے چوٹی پر باہم مِلا دیئے گئے ہیں - جست کا پترا دھاتی سلاخ کے ساتھ لٹکا دیا گیا ہے اور خانہ کے ڈھکنے میں یہ انتظام کر دیا گیا ہے کہ سلاخ حسب ضرورت نیچے اُوپر سرک سکتی ہے - جب خانہ استعمال میں نہیں ہوتا تو اِس میں جست کا پترا مایع سے باہر نکال دیا جاتا ہے -

شکل ۲۷

ڈائی کرومیٹ والا خانہ

اِس خانہ کے لئے مناسب طاقت کا محلول مندرجہ ذیل تناسب سے تیار ہو سکتا ہے :-

۱- پانی ۱۰۰ حصہ

۲- ڈائی کرومیٹ (Dichromate) ۱۰ حصہ

۳- سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ ۳۰ حصہ

۴- جست کے پترے کو ملغم بنائے رکھنے کے لئے اگر ۰٫۲۵ حصہ مرکیورس سلفیٹ (Mercurous sulphate) مِلا دیا جائے تو بہت مناسب ہے

جب خانہ چل رہا ہوتا ہے تو ڈائی کرومیٹ (Dichromate) میں کے کرومیئم ٹرائی آکسائیڈ (Chromium Trioxide) کو ہائیڈروجن تحویل کر کے کرومیئم سیسکوئی آکسائیڈ (Chromium sesquioxide Cr_2O_3) دیتا ہے۔ اور یہ آکسائیڈ (Oxide) پھر سلفیورک (Sulphuric) ترشہ میں حل ہوکر کرومیئم سلفیٹ (Chromium Sulphate) بن جاتا ہے۔ اس تغیر کے ساتھ ساتھ محلول کا رنگ بھی نارنجی سُرخ سے سیاہی گون سبزی مائل نیلا ہوتا جاتا ہے۔

لیکلانشوی خانہ

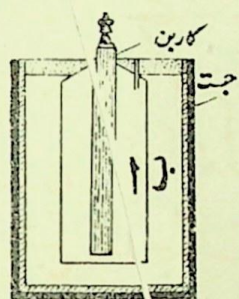
——— یہ خانہ اپنے موجد کے نام سے موسوم ہے۔ اس میں جست کاربن (Carbon) اور نوشادر کا مُرتکز محلول استعمال کیا جاتا ہے۔ اور مینگانیز ڈائی آکسائیڈ (Manganese Dioxide) اس میں واقع تقطیب ہوتا ہے۔ کاربن (Carbon) کا پترا (ك شکل ۲۸) ایک استوانہ نما مسامدار برتن کے مرکز میں رکھا رہتا ہے اور مسامدار برتن پر کاربن (Carbon) اور مینگانیز ڈائی آکسائیڈ (Manganese Dioxide) کا آمیزہ چڑھا دیا جاتا ہے۔ جست کی سلاخ ج، نوشادر کے محلول میں ڈوبی رہتی ہے اور یہ محلول شیشہ کے برتن میں رکھا جاتا ہے۔

شکل ۲۸۔ لیکلانشوی خانہ

جب یہ خانہ چل رہا ہوتا ہے تو امونیا (Ammonia) اور ہائیڈروجن (Hydrogen) پیدا ہوتے ہیں - امونیا (Ammonia) گیس پانی میں بہت قابلِ حل ہے - اِس لیئے وہ تقطیب کا مُوجب نہیں ہوتی - مینگانیز ڈائی آکسائیڈ (Manganese Dioxide) صِرف ایک سُست سا آکسیڈائیزنگ (Oxidising) عامل ہے - اس لیئے اگر خانہ برابر استعمال میں رہے تو بہت جلد مقطّب ہو جاتا ہے - ہاں اگر ذرا دیر کے لیئے اُس کا عمل روک دیا جائے تو البتہ اُس کی تقطیب بہ آسانی دفع ہو جاتی ہے -

لیکلانشوی خانہ میں ایک بڑا فائدہ یہ ہے کہ اِس پر بہت کم توجہ رکھنا پڑتی ہے - اِس لیئے تار برقی کے کام میں، گھروں میں برقی گھنٹیاں بجانے کے لیئے، اور اُن کاموں میں جہاں برقی رَو کی صِرف گاہے بگاہے ضرورت پڑتی ہے، یہ خانہ بہت عام استعمال ہوتا ہے - اِس خانہ کو مہینوں بلکہ سالوں تک تازہ کرنے کی ضرورت نہیں پڑتی - اور جب کبھی وہ رُک جاتا ہے تو اِس کا رُکنا صرف اِس وجہ سے ہوتا ہے کہ نوشادر کے محلول سے پانی بخارات بن کر اُڑ جاتا ہے - اور ظاہر ہے کہ اَور پانی ڈال دینے سے اِس مرض کا بخوبی علاج ہو سکتا ہے -

خشک خانے ——— جن خانوں میں مایع چیزیں استعمال کی جاتی ہیں اُن کو ایک جگہ

سے دُوسری جگہ لے جانا ذرا مشکل ہوتا ہے - اِس لئے خُشک خانوں کو عموماً ترجیح دی جاتی ہے - خشک خانوں کی تمام قسمیں حقیقت میں لیکلانشی خانہ ہی کی بدلی ہوئی شکلیں ہیں - اگر سچ پوچھو تو یہ خانے بھی کچھ چنداں خشک نہیں ہوتے - چنانچہ اُن کی کارگزاری کی کامیابی بھی بیشتر اِسی بات پر موقوف ہے کہ اُن کے مافیہ کو مرطوب رکھا جائے - اِس خانہ کے اجزاء حسب ذیل ہیں :—

خانہ کے وسط میں سخت کاربن (Carbon) کا پترا ہوتا ہے جس پر مینگانیز ڈائی آکسائیڈ (Manganese Dioxide)، کاربن (Carbon)، نوشادر، زِنک کلورائیڈ (Zinc Chloride)، اور گوند کے آمیزہ کی ایک

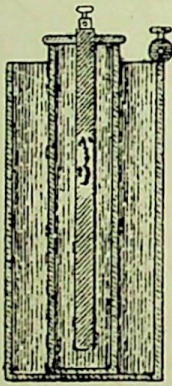
کاربن
جست
۱۰

شکل ۲۹
خُشک خانہ

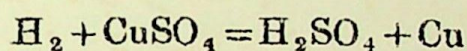
موٹی تہ ا (شکل ۲۹) چڑھا دی جاتی ہے - پھر اِس تہ کے اُوپر پیرسی پلستر، نوشادر، زِنک کلورائیڈ (Zinc Chloride) اور آٹے سے تیار کی ہوئی لئی ب چڑھا دیتے ہیں - یہ تمام سامان بیرونی جستی برتن میں رکھا جاتا ہے - اور جستی برتن کاغذ کے پٹھے میں لپٹا رہتا ہے - خانہ کے مافیہ کو اپنی اپنی جگہ پر رکھنے کے لئے اُن کے درمیان

ایک پیچ (Pitch) کی تہ کھڑی کردی جاتی ہے جس میں ایک چھوٹی سی نلی لگی رہتی ہے۔ خانہ کے اندر جو گیسیں پیدا ہوتی ہیں وہ اِس نلی کے رستے باہر نکل جاتی ہیں۔

دانیالی خانہ ــــــــ

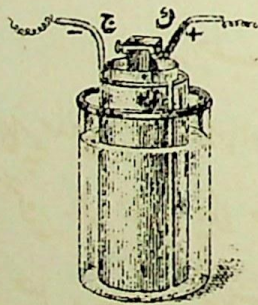
دانیالی خانہ میں تانبا اور جست استعمال کئے جاتے ہیں اور اِس میں کاپر سلفیٹ (Copper Sulphate) یعنی نیلا تھوتھا دافعِ تقطیب ہوتا ہے۔ شکل نمبر ۳۰ کو دیکھو۔ یہ اِسی خانہ کی تصویر ہے۔ اِس میں بیرونی برتن تانبے کا ہے اور وُہی پترے کا کام دیتا ہے۔ اِس برتن کے اندر ایک مسامدار برتن رکھا جاتا ہے جو کاپر سلفیٹ (Copper Sulphate) کے طاقتور محلول سے گھرا رہتا ہے۔ بیرونی برتن کے مُنہ کے قریب اندر کی طرف تانبے کی ایک سُوراخدار تختی لگی رہتی ہے۔ اِس کے اُوپر کاپر سلفیٹ (Copper Sulphate) کی قلمیں رکھ دی جاتی ہیں۔ یہ قلمیں محلول کی طاقت قائم رکھتی ہیں۔ مسامدار برتن میں جستی سلاخ اور ہلکایا ہؤا سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ رکھے جاتے ہیں۔

شکل نمبر ۳۰ - دانیالی خانہ

جب خانہ استعمال میں ہوتا ہے تو جست اور سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ کے تعامل سے جو ہائیڈروجن (Hydrogen) پیدا ہوتی ہے وہ مسامدار برتن کی دیوار میں سے گزرتی ہے اور تانبے کی سطح پر نمودار ہونے کی بجائے کاپر سلفیٹ (Copper Sulphate) میں سے تانبے کو ہٹا کر خود اُس کی جگہ لے لیتی ہے - اور نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ تانبے پر ہائیڈروجن کی بجائے خالص تانبے کی تہ جمتی جاتی ہے - اِس کیمیائی تعامل کو ہم یوں تصور کر سکتے ہیں کہ ہائیڈروجن اور کاپر سلفیٹ (Copper Sulphate) کے تعامل سے تانبا اور سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ پیدا ہوتا ہے - کیمیائی مساوات کی شکل میں اِس واقعہ کی تعبیر حسبِ ذیل ہو سکتی ہے :-

$$H_2 + CuSO_4 = H_2SO_4 + Cu$$

یہ خانہ جب دیر تک غیر مستعمل رکھا رہتا ہے تو کچھ کاپر سلفیٹ (Copper Sulphate) مسامدار برتن کی دیواروں میں سے گزر کر اندر چلا جاتا ہے اور وہاں جست سے تعامل کرتا ہے جس سے زِنک سلفیٹ (Zinc sulphate) اور تانبا پیدا ہوتے ہیں - یہ آزاد شدہ تانبا جست کی سلاخ پر جمتا جاتا ہے - اِس طرح خانہ کی طاقت گھٹ جاتی ہے - اِس اثر کو روکنے کے لئے ضروری ہے کہ تجربہ ختم ہو جانے کے بعد خانہ کی مایع چیزیں فوراً اِس خانہ سے نکال کر الگ الگ

بوتلوں میں ڈال دی جائیں۔

بنسنی اور گرُوی خانے ——— ان دو قسموں کے وولٹائی خانوں میں صِرف اِتنا فرق ہے کہ بنسنی خانہ میں تانبے کے پترے کی بجائے سخت کاربن کا ٹکڑا ہوتا ہے اور گرُوی خانہ میں پلاٹینم (Platinum) کا پترا۔ کاربن (Carbon) چونکہ سستا پڑتا ہے اِس لئے بنسنی خانہ زیادہ استعمال ہوتا ہے۔

بنسنی خانہ میں دو جُداگانہ برتن ہوتے ہیں۔ اندرونی برتن چھوٹا اور مسامدار ہوتا ہے۔ اِس میں طاقتور نائیٹرِک (Nitric) تُرشہ بھر دیا جاتا ہے اور تُرشہ میں کاربن (Carbon) کی سلاخ ڈُوبی رہتی ہے۔ بیرونی برتن میں ہلکایا ہوُا سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ ہوتا ہے اور اِس تُرشہ میں جست کا پترا رکھا جاتا ہے۔ جست کا پترا عموماً اُستوانہ نما بنایا جاتا ہے تاکہ مسامدار برتن کے تمام گرداگرد آجائے۔ شکل ۳۱ پر غور کرو۔ اِس سے تمام اجزا کی ترتیب بخوبی سمجھ میں آجائیگی۔

شکل ۳۱ ۔ بنسنی خانہ

اِن دونوں خانوں میں ہائیڈروجن (Hydrogen) کو دفع کرنے والی چیز نائیٹرِک (Nitric) تُرشہ ہے۔ ہائیڈروجن

(Hydrogen) پیدا ہونے کے ساتھ ہی کاربن (Carbon) یا پلاٹینم (Platinum) کے پترے پر چمٹ جانے کی بجائے نائیٹرک (Nitric) تُرشہ کے ساتھ تعامل کرتی ہے۔ اور اِس تعامل سے سُرخ رنگ کے زہریلے اَبخرے پیدا ہوتے ہیں جو ہوا میں چلے جاتے ہیں۔

خانوں کی مسلسل اور متوازی ترتیب

بہت سے تجربوں میں اِتنی طاقتور برقی رَو کی ضرورت پڑتی ہے جو ایک خانۂ واحد سے حاصل نہیں ہو سکتی۔ اِس مطلب کے لئے بہت سے خانے ایک دُوسرے کے ساتھ جوڑ لئے جاتے ہیں۔ اور اِس طرح جوڑے ہوئے خانوں کو **برقی مورچہ** کہتے ہیں۔ برقی مورچہ میں خانوں کی ترتیب تین صورتوں پر ہو سکتی ہے :-

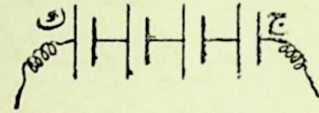
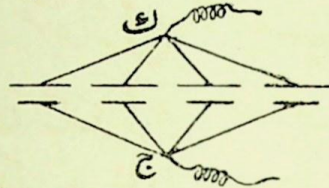
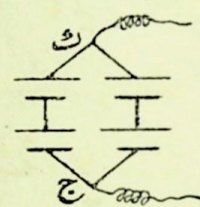
(ا) خانے مسلسل رہیں۔

(ب) خانے متوازی رہیں۔

(ج) خانوں کی ترتیب اِن دونوں متذکرۂ بالا صورتوں کا مجموعہ ہو۔

شکل ۳۲ (ا) پر غور کرو۔ اِس میں چار بنسنی خانے مسلسل ترتیب میں ہیں۔ یعنی ہر خانہ کا جستی پترا اُس کے قریبی خانہ کے کاربن (Carbon) کے پترے سے جوڑ دیا گیا ہے۔ شکل میں لمبا اور باریک خط

کاربن (Carbon) کے پترے کو تعبیر کرتا ہے اور چھوٹا اور دبیز خط جستی پترے کو۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس مورچہ کے

(ا)
خانے مسلسل ترتیب میں

(ب)
خانے متوازی ترتیب میں

(ج)
خانوں کی مسلسل اور متوازی ترتیبوں کا اجتماع

شکل ۳۲
خانوں کی ترتیب

ایک سرے پر کے کاربن (Carbon) کے پترے ك اور دوسرے سرے پر کے جستی پترے ج کے درمیان اختلافِ قوّہ اُس اختلاف قوّہ سے چوگنا ہونا چاہیئے جو ایک خانۂ واحد کے استعمال سے حاصل ہو سکتا ہے۔

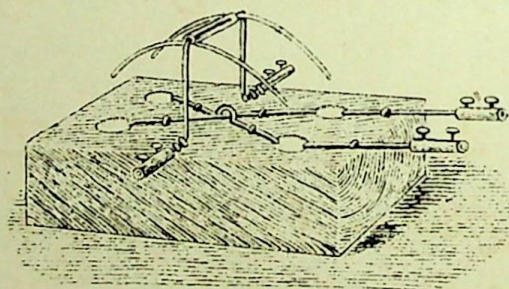
شکل ۳۲ کے حصّہ (ب) کو دیکھو۔ اِس میں چار خانے متوازی ترتیب میں دکھائے گئے ہیں۔ یعنی تمام جستی پترے آپس میں باہم ملا دئے گئے ہیں۔

اور اسی طرح کاربن (Carbon) کے پترے آپس میں ایک دوسرے کے ساتھ جوڑ دئے گئے ہیں۔ اس ترتیب میں مورچے کے سروں کا اختلافِ قوّہ اُتنا ہی رہتا ہے جتنا کہ ایک خانۂ واحد کا ہوتا ہے۔ یہ ترتیب حقیقت میں بعینہٖ اس امر کی مترادف ہے کہ گویا اس مورچہ کے کسی ایک خانہ میں چوگُنا جسامت کے پترے رکھ دئے گئے ہیں۔ پس اختلافِ قوّہ کے اعتبار سے تو اس ترتیب کا مورچہ ایک نہایت چھوٹے سے خانہ کے مقابلہ میں کچھ زیادہ وقعت نہیں رکھتا۔ لیکن اس سے اور طرح کے فوائد ضرور مترتب ہوتے ہیں۔ ان فوائد کی تفصیل و توجیہ آگے چل کر آئیگی۔

اختلافِ قوّہ صرف ترشہ اور دھاتوں کی نوعیت پر موقوف ہوتا ہے۔ خانہ کی جسامت سے اس کو کوئی تعلق نہیں۔

شکل ۲۲ (ج) میں چار خانے اس طرح ترتیب دیئے گئے ہیں کہ دو دو خانوں کی دو قطاریں بن گئی ہیں۔ اس صورت میں سروں کے درمیان اختلافِ قوّہ اُس اختلافِ قوّہ سے دو چند ہے جو ایک خانۂ واحد سے حاصل ہوتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں یوں سمجھو کہ اس ترتیب سے اُتنا ہی اختلافِ قوّہ حاصل ہوتا ہے جتنا کہ دو خانوں کو مسلسل ترتیب میں رکھنے سے حاصل ہوسکتا ہے۔

دو واحد خانوں کی بجائے چار خانوں کو اِس ترتیب میں رکھ کر استعمال کرنے سے یہ فائدہ مترتّب ہوتا ہے کہ یہ ترتیب اِس قسم کے دو بڑے بڑے خانوں کی مترادف ہو جاتی ہے جن میں کا ہر خانہ جسامت میں خانۂ واحد کا دوچند ہوتا ہے۔

مقلّب ——— اِس بات کی اکثر ضرورت پڑتی ہے کہ تار کے وصلوں کو تبدیل کرنے کے بغیر برقی رَو کی سمت بدل لی جائے۔ اِس مطلب کے لئے جو آلہ استعمال ہوتا ہے اُس کو **مقلّب** کہتے ہیں۔ شکل ۳۳ میں مقلّب کی ایک سادہ سی شکل دکھائی گئی ہے۔ اِس میں لکڑی کا ایک مربع کُندہ ہے جس کے

شکل ۳۳

مقلّب

ہر کونے کے قریب ایک گول سُوراخ کردیا گیا ہے۔ اِن

سُوراخوں میں پارا ڈالا جاتا ہے اور وہ پارے کے لئے پیالیوں کا کام دیتے ہیں۔ یہ پیالیاں تانبے کے موٹے تاروں سے وتردار جوڑ دی گئی ہیں۔ کُندے کے ایک پہلو پر جو دو پیالیاں ہیں اُن میں تانبے کے دو موٹے تاروں کے سِرے رکھے ہیں۔ یہ تار مقلِّب کے لئے سِروں کا کام دیتے ہیں۔ اِن کے ساتھ برقی دَور کے سِرے جوڑے جاتے ہیں۔ آلہ کا متحرک بازُو تانبے کے دو تاروں پر مشتمل ہے۔ یہ تار شیشہ کی ایک چھوٹی سی نلی کے ذریعہ ایک دُوسرے سے محفوظ کر دیئے گئے ہیں۔ یہی نلی دستہ کا بھی کام دیتی ہے۔ بازو کے ساتھ موٹے تار کے دو ٹکڑے لگے ہیں جو قوس کی شکل میں موڑ دیئے گئے ہیں۔ بازو کو مطلوبہ سمت میں حرکت دینے سے اِن قوسوں کے سِرے اِس طرف کی پارے کی پیالیوں میں ڈُوب جاتے ہیں۔ مورچہ کے قطب پیچ بندوں کے ذریعہ بازو کے سِروں سے جوڑے جاتے ہیں۔ آلے کے مختلف حصے تار کے قلابوں سے اپنے اپنے مقام پر جما دیئے جاتے ہیں۔ جب بازو اِنتصابی وضع میں ہوتا ہے تو برقی دَور ٹوٹ جاتا ہے اور برقی رَو کا تار کے رستے چلنا بند ہو جاتا ہے۔ بازو کو دائیں ہاتھ کی طرف حرکت دینے سے جس سمت میں برقی رَو چلتی ہے بائیں ہاتھ کی طرف حرکت دینے سے اُس کی مخالف سمت میں چلنے لگتی ہے۔

چوتھی فصل کی مشقیں

۱- ایک خالص جست کا پترا اور ایک تانبے کا پترا ہلکائے ہوئے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ میں ڈبو کر تانبے کے تار سے مِلا دیئے گئے ہیں- اب اگر دَور مکمل کر دیا جائے تو تار، تُرشہ اور پتروں میں کیا کیا تغیّر پیدا ہونگے؟

۲- ایک وولٹائی خانہ میں جست اور تانبے کے پترے ہلکائے ہوئے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ میں رکھے ہیں- جب اِس خانہ کے سروں کو تار سے جوڑ دیتے ہیں تو اِس کی ق م ب بالتدریج گھٹتی جاتی ہے- اِس واقعہ کی تم کیا توجیہ کروگے؟ ایک ایسے خانہ کی تشریح کرو جس میں اِس نقص کے دفعیہ کا انتظام کر دیا گیا ہو- اِس خانہ کا طریقِ عمل بھی بیان کرو-

۳- ایک شیشہ کا خانہ مسامدار پردہ سے دو حِصّوں میں تقسیم کر دیا گیا ہے- ایک حصہ میں کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کا طاقتور محلول رکھا ہے اور دُوسرے میں ہلکایا ہوا سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ- کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) میں تانبے کا پترا رکھا ہے اور تُرشہ میں جست کا پترا- اِن پتروں کو ہم تار کے ذریعہ ایک دُوسرے سے مِلا دیتے ہیں- مفصّل بیان کرو کہ اب اِس خانہ کے واردات کیا ہیں-

۴- دو وولٹائی خانے بعینہٖ یکساں چیزوں سے بنے ہیں- لیکن ایک خانہ کے پترے دُوسرے خانہ کے پتروں سے بہت بڑے ہیں- یہ خانے اگر اِس طرح برقی دَور میں داخل کر دیئے جائیں کہ متضاد سمتوں میں برقی رَو بھیجنے کے متقاضی ہوں تو بتاؤ اِس سے کیا نتیجہ پیدا ہوگا- جواب کے ساتھ دلائل بھی بیان کرو-

۵- دو وولٹائی خانے ذیل کے طور پر تیار کئے گئے ہیں :-

(ا) ایک میں ہلکائے ہوئے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ کے گلاس میں جست اور پلاٹینم (Platinum) کے پترے رکھے ہیں-

(ب) دُوسرے میں اُسی تُرشہ کے گلاس میں جست اور تانبے کے پترے رکھے ہیں-

دونوں خانوں کے پترے تانبے کے تاروں سے مِلائے جا سکتے ہیں- تشکل بنا کر اِس امر کی توضیح کرو کہ مندرجہ ذیل مقاصد کے لئے اِن خانوں کو کس طرح مسلسل ترتیب میں رکھنا چاہیئے:-

(ا) ایک خانہ کی رَو کو دُوسرے خانہ کی رَو سے تقویت دینا منظور ہے-

(ب) ایک خانہ کی رَو کو دُوسرے خانہ کی رَو سے کمزور کر دینا منظور ہے-

۶- مقامی عمل کی علت بیان کرو- یہ عمل کیوں

قابلِ اعتراض ہے؟ اِس کے دفعیہ کے لئے کیا علاج کیا جاتا ہے؟

۷- تقطیب کی علت بیان کرو- اور اِس کے دفعیہ کے لئے موٹے موٹے قاعدے بیان کرو-

۸- دانیالی خانہ کی تشریح کرو اور بتاؤ اِس خانہ کا ہر حصہ کیا کام دیتا ہے- اِس بات کی بھی توضیح کرو کہ جب اِس کے قطب مُوصِل تار سے جوڑ دیئے جاتے ہیں تو کیا عمل ہوتا ہے-

اِس خانہ کو اُس سادہ وولٹائی خانہ پر کیا فوقیت حاصل ہے جس میں تانبے اور جست کے پترے ہلکائے ہوئے تُرشہ میں رکھ دیئے گئے ہوں:-

۹- دو مایع والے خانے کو ایک مایع والے خانہ پر کیا فوقیت ہے؟ لیکلانشوی خانہ کی تشریح کرو- اور یہ بھی بیان کرو کہ اِس خانہ میں کس طرح کا کیمیائی عمل ہوتا ہے- یہ خانہ کون کون سے کاموں کے لئے موزون ہے؟

۱۰- خشک خانہ کس طرح تیار کیا جاتا ہے؟

۱۱- مقلّب کیا چیز ہے؟ اِس کی ساخت بیان کرو-

پانچویں فصل

برقی رو کے مقناطیسی اثر

اورسٹیڈ کا تجربہ ــــــــــــ قُرب وجوار میں رکھی ہوئی کمپاس سُوئی پر برقی رَو جو اثر کرتی ہے اُس سے تم تجربہ ۵ میں برقی رَو کا سُراغ لگانے میں کام لے چکے ہو۔ یہ اثر پہلے پہل ۱۸۱۹ء میں کوپنہیگن کے اورسٹیڈ نامی ایک سائنس دان نے محسوس کیا تھا۔

تجربہ ۴۴ ــــــــــــ برقی رَو کا اثر مقناطیسی سُوئی پر۔ گرُدوی یا بنسنی خانہ کے قطب مقلِّب کے ساتھ جوڑو اور مقلِّب کے دُوسرے سرے (شکل ۳۳) ایک لمبے سے پتلے تار کے ذریعہ مِلاؤ۔ پھر اِس تار کے کچھ حِصّہ کو اِس طرح ترتیب دو کہ وہ مقناطیسی نصف النہار میں اُفق کے متوازی ہو جائے۔ اِس کے بعد

اِس حصہ کے نیچے کمپاسی سُوئی رکھو اور مقلِّب کو حرکت دے کر برقی دَور مکمل کر دو تاکہ تار میں برقی رَو چلنے لگے۔ دیکھو کمپاسی سُوئی کس طرح منصرف ہو جاتی ہے۔ اب مقلّب کے بازو کو اِنتصابی وضع میں لا کر برقی دَور کو توڑ دو۔ دیکھو کمپاسی سُوئی پھر لَوٹ کر مقناطیسی نصف النہار میں آ گئی۔ مقلِّب کے بازو کو پہلی سمت کی سمتِ مخالف میں حرکت دے کر رَو کی سمت بدل دو۔ دیکھو سُوئی پھر منصرف ہو گئی۔ لیکن اب اُس کا اِنصراف سمتِ مخالف میں ہے۔ اب کمپاسی سُوئی کو تار کے اُوپر کی طرف رکھ کر یہی تجربے کرو اور مندرجہ ذیل نتائج کی تصدیق کرو:—

رَو کی سمت	سُوئی تار کے اُوپر یا نیچے	شمال نما قطب کا اِنصراف بجانب
جنوب سے شمال کو	نیچے	مغرب
"	اُوپر	مشرق
شمال سے جنوب کو	نیچے	مشرق
"	اُوپر	مغرب

امپیری کا قاعدہ

مقناطیسی سُوئی پر برقی رَو کا جو اثر ہوتا ہے اُس کے بیان کرنے

Ampere ۞

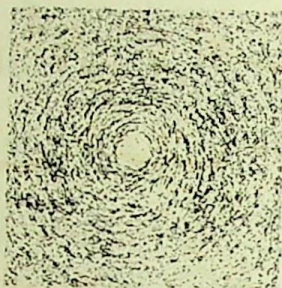
کے لئے امپیری نے مندرجۂ ذیل قاعدہ تجویز کیا ہے:-

فرض کرو کہ کوئی آدمی تار کے اندر اُسی سمت میں تیر رہا ہے جو برقی رَو کی سمت ہے اور اُس کا چہرہ مقناطیسی سُوئی کی طرف ہے۔ تو مقناطیسی سُوئی کا شمال نما قطب اُس کے بائیں ہاتھ کی طرف منصرف ہو گا۔

یہ بات نگاہ میں رکھنے کے قابل ہے کہ جب برقی رَو رُک جاتی ہے تو اِس کے ساتھ ہی سُوئی کا اِنصراف بھی جاتا رہتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ مقناطیسی میدان کا قیام برقی رَو کے "بہاؤ" پر موقوف ہے۔

مقناطیسی میدان چونکہ تار کے نیچے موجود ہے تو اِس سے ہم توقع کر سکتے ہیں کہ وہ تار کے اُوپر اور پہلوؤں کی طرف بھی موجود ہو گا۔ حقیقت یہ ہے کہ تار کے گرداگرد اُس کا پھیلاؤ سڈول ہونا چاہیئے۔ اور واقعہ میں بات بھی یہی ہے۔

تجربہ ۴۵ ——— **رَو کی وجہ سے خطوطِ قوت۔** کاغذی پٹھے کے تختہ پر پیرافینی کاغذ کا تختہ رکھو اور دونوں تختوں کے مرکز پر چھوٹا سا گول سُوراخ کر دو۔

پھر پٹھے اور کاغذ کو اُفقی وضع میں رکھ کر شکنجہ میں کس دو اور سُوراخ میں سے تانبے کے موٹے تار کا (۴۰ سمر لمبا) مستقیم ٹکڑا انتصاباً گزارو۔ پھر اِس تار کو اِسی وضع میں رکھ کر شکنجہ میں

شکل ۳۴

کس دو۔ اور کاغذ پر کچھ بُہچون بکھیر دو۔ اِس تجربہ کے لئے طاقتور برقی رَو درکار ہے۔ اِس لئے کئی بڑے بڑے خانوں کا مورچہ استعمال کرنا چاہیئے۔ برقی دَور کو مکمل کرو اور پٹھے پر اپنی اُنگلی سے نرم نرم ٹھوکریں لگاؤ۔ پھر برقی دَور کو توڑ دو اور بُہچون پر غور کرو۔ دیکھو بُہچون کے ذرّوں نے کس طرح اپنے آپ کو تار کے گرد (شکل ۳۴) متّحدالمرکز دائرؤں میں مرتّب کرلیا ہے۔

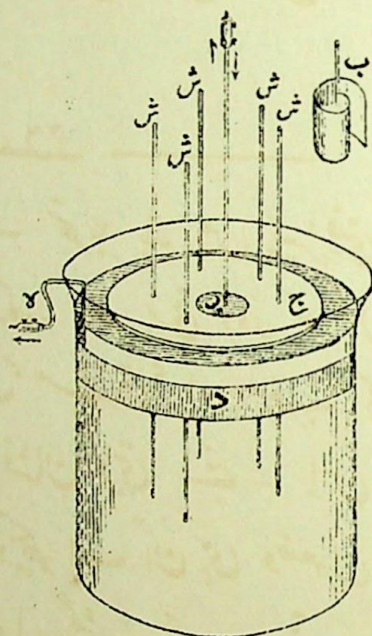
جس تار میں برقی رَو گزر رہی ہوتی ہے اُس کے گرداگرد جو مدوّر خطوطِ قوت پیدا ہوتے ہیں اُن کی کون سی سمت کو مثبت کہنا چاہیئے؟ یا دُوسرے لفظوں میں

یوں کہو کہ مُشاہد اگر تجربے کو اُوپر سے دیکھ رہا ہو اور اِس مقناطیسی میدان میں ایک واحد شمال نما قطب رکھ دیا جائے تو کیا یہ قطب اُس سمت میں چلیگا جس میں گھڑی کی سُوئیاں چلتی ہیں یا اِس کی سمتِ مخالف میں؟ ہم تجربہ سے ثابت کر سکتے ہیں کہ :—

مُشاہد اگر تار کو برقی رَو کی سِمت میں دیکھ رہا ہو تو اُسے خطوطِ قوت کی سمتِ مُثبت اُس سِمت میں نظر آئیگی جس میں گھڑی کی سُوئیاں چلتی ہیں۔

تجربہ ۴۶ —— برقی رَو اور کمپاسی سُوئی کی سِمتیں۔ تجربۂ بالا میں پیرافینی کاغذ پر تار کے قریب ایک کمپاسی سُوئی رکھو۔ پھر برقی دَور کو مکمل کرو اور دیکھو کہ تار سے شمال، جنوب، مشرق، اور مغرب، کی طرف رکھی ہوئی کمپاسی سُوئی کس سِمت کا نشان دیتی ہے۔ اِس کے بعد برقی رَو کی سِمت بدل دو۔ دیکھو اب اُن ہی وضعوں میں رکھی ہوئی کمپاسی سُوئی کی سِمت بھی بدل گئی ہے۔ برقی دَور کے وصلوں کو اب اِس طرح ترتیب دو کہ انتصابی تار میں برقی رَو کا رُخ اُوپر سے نیچے کو رہے۔ دیکھو اب سُوئی کی سِمت کیا ہے اور اِس سے قاعدۂ بالا کی تصدیق کرو۔

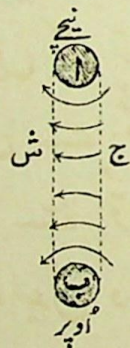
تجربہ ۴۷ —— تار کے گرد مقناطیسی قطب

کی گردش - شکل ۳۵ میں ج ایک سخت لکڑی کا موٹا قُرص ہے جس کا قُطر تقریباً ۸ سمر ہے - اِس کے مرکز پر ۱ سمر قطر کا سُوراخ کر دیا گیا ہے - اِس قُرص میں پانچ چھ طاقتور مقناطی ہوئی سُوئیاں لگی ہیں - ہر سُوئی تقریباً ۱۵ سمر لمبی ہے اور سب کے مشابہ قطب ایک ہی سمت میں ہیں - یہ سُوئیاں قُرص میں اِس طرح لگائی گئی ہیں کہ ہر ایک کا کم از کم نصف حصہ قُرص کی

شکل ۳۵

سطح سے نیچے نکلا ہؤا ہے - قُرص اور سُوئیوں کو وارنش سے ڈھک دینا چاہیئے - شکل میں اب تانبے کے موٹے تار کا ایک

مستقیم ٹکڑا ہے جس کا نیچے والا سرا جیسا کہ شکل کے بالائی حصہ میں دکھایا گیا ہے تانبے کی ایک مرغولہ دار مُڑی ہوئی موٹی پتّی میں ختم ہوتا ہے۔

د تانبے کی ایک موٹی پتّی ہے جو گلاس کے اندر پھنس کر آتی ہے۔ اِس پتّی کا قُطر قُرص کے قُطر سے ۲ یا ۳ سم بڑا ہے۔ د کے ساتھ تانبے کا ایک موٹا تار ٹانکے سے جوڑ دیا گیا ہے اور گلاس کے کنارے پر وہ اِس طرح موڑ دیا گیا ہے کہ د کے لئے سہارے کا کام دیتا ہے۔ قُرص کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کے طاقتور محلول پر تیر رہا ہے اور محلول میں ۵ فی صدی سلفیورک (Sulphuric) ترشہ مِلا دیا گیا ہے۔ محلول کی سطح، د کے اُوپر والے کنارے سے ذرا اُوپر ہے۔ ا ب میں جب اُوپر سے نیچے کے رُخ برقی رَو (تقریباً ۵ امپیری) گزارتے ہیں تو رَو مایع میں سے ہوکر ہ پر باہر آتی ہے۔ ا ب میں کی رَو مقناطیسوں کے بالائی قطبوں پر جو عمل کرتی ہے اُس سے قُرص گردش کرنے لگتا ہے۔ اور رَو کو زیادہ کر دینے سے قُرص کی رفتار بھی بڑھ جاتی ہے۔ پھر جب رَو کی سِمت بدل دیتے ہیں تو قُرص کی سِمتِ گردش بھی بدل جاتی ہے۔ مقناطیسوں کے جنوب نما قطب چونکہ بہت دُور تک مایع کے اندر ڈُوبے ہوئے ہیں اِس لئے اُن پر عمل کرنے والی مقناطیسی قوت مقابلۃً کم ہے۔ جنوب نما قطبوں پر رَو کا عمل دیکھنا ہو تو قُرص کو اُلٹ کر تجربہ کرو۔

دائرہ نما تار میں چلنے والی برقی رو کا مقناطیسی میدان —— جب دائرہ کی شکل میں موڑے ہوئے تار میں برقی رو بھیجی جاتی ہے تو تار سے گھری ہوئی فضاء خطوطِ قوت سے بھر جاتی ہے اور یہ تمام خطوطِ قوت ایک ہی سمت میں چلتے ہیں۔ اگر اس دائرہ کے مرکز میں سے گزرتی ہوئی اُفقی تراش پیدا کی جائے تو وہ شکل ۳۶ کے مشابہ ہوگی۔ شکلِ مذکور میں اِس تراش پر غور کرو۔ اِس میں برقی رو ا پر کاغذ میں سے نیچے کی طرف جا رہی ہے اور ب پر کاغذ میں سے اُوپر کے رُخ واپس آ رہی ہے۔ شکل میں جو خطوطِ قوت دکھائے گئے ہیں وہ تار کے اُن چھوٹے چھوٹے حصوں کا نتیجہ ہیں جو ا اور ب کے قریب ہیں۔

یہ خط سمت کے اعتبار سے سب کے سب دائیں سے بائیں کو جا رہے ہیں۔ تار کے دائرہ سے باہر خطوطِ قوت کی سمتیں بائیں سے دائیں کے رُخ ہیں۔ تار کے باقی حصوں سے جو خطوطِ قوت پیدا ہوتے ہیں وہ بھی اِسی سمت میں چلتے ہیں۔ اور واقعہ یہ ہے کہ شکل ۳۶ کو ہم انتصابی تراش بھی تصور کر سکتے

نیچے
ا
ج
ش
ب
اوپر

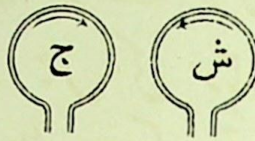
شکل ۳۶

ہیں اور مائل بھی۔

یہ تار کے دائرہ سے پیدا ہونے والا مقناطیسی میدان فولاد کے اُس مقنائے ہوئے قُرص سے بہت قریب کی مشابہت رکھتا ہے جس کی موٹائی تار کے قُطر کے برابر اور قُطر تار کے دائرہ کے قُطر کا مساوی ہو۔ اور اُس کو اِس طرح مقنایا گیا ہو کہ اُس کے دونوں چپٹے پہلوؤں پہ متضاد قطبیت ہو۔

یہ جو کچھ بیان ہؤا ہے اِس سے گمان ہو سکتا ہے کہ تار کے دائرہ میں جب برقی رَد چل رہی ہو تو اِس دائرہ کو اور باتوں میں بھی مقناطیس کا مُشابہ ہونا چاہیئے۔ مثلاً دائرہ کے دائیں ہاتھ کے پہلو پر جنوب نما قطبیت ہونی چاہیئے اور بائیں ہاتھ کے پہلو پر شمال نما قطبیت۔ ڈی لا رائیو کے تیرنے والے مورچے سے ہم بہت جلد اِس امر کی تصدیق کر سکتے ہیں۔ یہ مورچہ ایک ایسے سادہ وولٹائی خانہ پر مشتمل ہوتا ہے جو پانی میں تیر سکتا ہے اور جس کے سِرے تار کے چکّر سے جُڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ چکّر خانہ کے ساتھ ساتھ ہر سمت میں حرکت کر سکتا ہے۔ جب اِس میں برقی رَد گزرتی ہے تو وہ اپنی سطح کو مقناطیسی نصف النہار پر عمود دار کر لیتا ہے اور اِس کے دونوں پہلوؤں سے مقناطیسی قطبیت ظاہر ہوتی ہے۔ اگر چکّر اِس طرح رکھا جائے کہ اُس کا پہلو خطِ نظر پر عمود ہو اور چکّر میں رَو کی

سمت گھڑی کی سُوئیوں کی طرح معلوم ہوتی ہو تو اِس

ش ج

شکل ۳۷

پہلو کی طرف جنوب نما قطبیت ہوگی۔ اور اگر رَو کی سمت گھڑی کی سُوئیوں کی سمتِ حرکت کے خلاف ہے تو یہ پہلو شمال نما قطبیت کا مالک ہوگا۔ شکل ۳۷ پر غور کرو۔ یہ اِن ہی واقعات کی تعبیر ہے۔

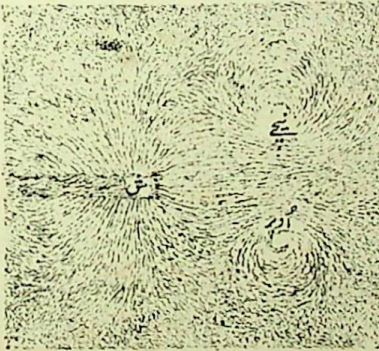
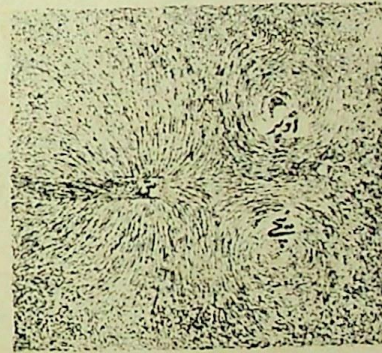
تجربہ ۴۸ —— ڈی لارائیو[1] کا تیرنے والا مورچہ۔

(ا) جست اور تانبے کے وہی پترے استعمال کرو جو سادہ وولٹائی خانہ کے لئے بنائے گئے تھے۔ اِن پتروں سے جو تانبے کے تار جُڑے ہوئے ہیں اُنہیں ایک چوڑے کاگ میں سے گزارو۔ اور جن مقامات پر ٹانکا لگا ہؤا ہے اُن کو چپڑا لاکھ یا وارنش سے ڈھک دو۔ پھر تانبے کے پتلے سے تار کو سُوت سے ڈھک کر اِس طرح موڑو کہ اُس سے تقریباً ۵ سمر قطر

---

[1] De La Rive

اور چار پانچ چکروں کا حلقہ بن جائے۔ اِن چکروں کو تاگے سے باندھ دو۔ اِس کے بعد اِس حلقہ کے آزاد سروں کو پیچ بندوں کے ذریعہ پتروں کے ساتھ لگے ہوئے موٹے تاروں سے جوڑ دو اور حلقہ کو اِس طرح ترتیب دو کہ جب کاگ بڑے سے گلاس یا گہری پیالی کے اندر رکھے ہوئے ہلکائے ہوئے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ میں تیر رہا ہو تو وہ اِنتصابی وضع میں رہے۔ دیکھو حلقہ کس طرح اپنی سطح کو مقناطیسی نصف النہار پر عمود وار کر لیتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ حلقہ کے پہلو مقناطیسی قطبیت کا اظہار کر رہے ہیں۔ اب رَو کی سمت کا سُراغ لگا لو اور مندرجہ بالا قاعدہ کی تصدیق کرو۔

شکل ۳۸ — شکل ۳۹

مقناطیس اور رَو کے حامل تار کے مرغولہ کا پیدا کیا ہوا اجتماعی مقناطیسی میدان

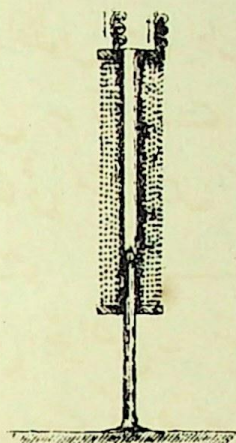
(ب) حلقہ کے قریب سلاخی مقناطیس (شکل ۳۸ و ۳۹)

کا قطب رکھو۔ دیکھو حلقہ یا تو مقناطیسی قطب کی طرف کھنچتا ہے یا اُس سے دُور ہٹ جاتا ہے۔ اور یہ جذب و دفع اِس بات پر موقوف ہے کہ حلقہ کا کونسا پہلو مقناطیس کی طرف ہے۔ اِس تجربہ سے جو نتائج حاصل ہوتے ہیں اُن سے اُس قاعدہ کی تصدیق کرو جو گھڑی کے چہرہ کی مناسبت سے پیدا کیا گیا ہے۔ مقناطیس کو اگر مناسب بلندی پر رکھو تو حلقہ مقناطیس کی طرف اِس طرح بڑھیگا کہ مقناطیس اُس کے اندر آجائیگا اور پھر حلقہ مقناطیس کے مرکز کے مقابل جاکر ٹھیر جائیگا۔

حلقہ سے جو تجربے کئے گئے ہیں اُن کے نتائج خطوطِ قوت کے پھیلاؤ کو دیکھنے سے بخوبی ذہن نشین ہو سکتے ہیں۔ شکل ۳۸ میں دفع کی کیفیت دکھائی گئی ہے اور شکل ۳۹ جذب کی کیفیت کو تعبیر کرتی ہے۔ شکل ۳۹ سے ظاہر ہے کہ خطوطِ قوت کا تناؤ حلقہ کو مقناطیس کے مرکز پر لے آنے کا متقاضی ہونا چاہیئے۔ یہ بات ہم ایک سادہ تجربہ سے بخوبی دکھا سکتے ہیں۔

تجربہ ۴۹ ——— مدوّر رَد اور مقناطیسی قطب کا تعامل۔ شیشہ کی تنگ نلی پر سُوت سے ڈھکا ہوا تانبے کا باریک تار اِس طرح لپیٹو کہ نلی پر اُس کی کئی تہیں بن جائیں۔ نلی کے دونوں سِروں پر کاگ کا ایک ایک قرص لگا دو۔ پھر تار کی ایک ایسی لمبی سی کِیل انتخاب کرو جو نلی کے اندر (شکل ۴۰) آسانی سے حرکت کر سکے۔ اب

حلقہ کو میز کے اُوپر انتصابی وضع میں اِس طرح جما دو کہ کیل کا نوکدار سرا نلی کے اندر رہے - پھر اِس حلقہ میں اچھی خاصی

شکل ۷۰

تجربہ ۴۹ کی توضیح کے لئے

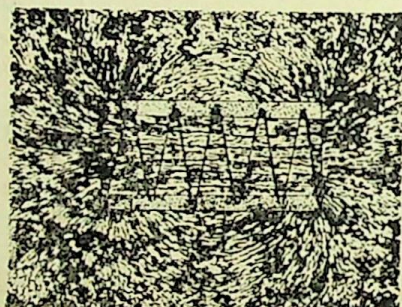
طاقتور رَو گزارو اور دیکھو کیا اثر پیدا ہوتا ہے - اِس کے بعد برقی دَور کو توڑ کر بھی دیکھ لو کہ اِس صورت میں کیا ہوتا ہے - جو کچھ تم نے دیکھا ہے اُس کی پُوری پُوری توضیح کرو -

رَو کے حامل مرغولہ دار تار کا پیدا کیا ہؤا مقناطیسی میدان

چونکہ تار کا واحد چکّر جب اُس میں برقی رَو گزرتی ہے تو مقنائے ہوئے قُرص کی طرح عمل کرتا ہے - اِس سے ہم قیاس کر سکتے ہیں کہ اگر تار کے کئی چکّر پہلو بہ پہلو رکھے ہوں اور سب میں ایک ہی رَو چل رہی ہو اور رَو کی سمت بھی سب میں

ایک ہی ہو تو اِس مجموعہ کو اِس طرح عمل کرنا چاہیئے کہ گویا مقناٸے ہوئے قُرص اِس طرح قطار میں رکھے ہیں کہ اُن کے غیر مشابہ قطبیت والے پہلو ایک دُوسرے کو چُھو رہے ہیں۔ یا دُوسرے لفظوں میں یوں کہو کہ مرغولہ دار تار جب برقی رَو کا حامل ہو تو اُسے مقناطیسی خواص کے اعتبار سے معمولی سلاخی مقناطیس کا مشابہ ہونا چاہیئے۔

تجربہ ۵ ـــــــــ رَو کے حامل مرغولہ کے مقناطیسی خواص۔ سُوت سے ڈھکے ہوئے تانبے کے تار کو کاغذی پٹھے کی ۵ سمر قُطر اور ۲۰ سمر طول کی نلی پر لپیٹ کر مرغولہ بناؤ۔ اور پیرافینی کاغذ کے ایک تختہ کو اِس طرح سہارا دے کر اُفقاً رکھو کہ اُس کی سطح نلی کے محور پر

شکل ۴۱

رَو کے حامل مرغولہ کا پیدا کردہ مقناطیسی میدان

منطبق ہو۔ کاغذ کا کچھ حصہ پہلے ہی سے اِس طرح کاٹ لینا چاہیئے کہ اِس حصہ میں نلی آجائے اور کاغذ نلی کے گرد سڈول

رہے - کاغذ کے تختہ پر بُرادہ بکھیر دو اور مرغولہ میں برقی رَو گزار کر شکل ۱۴۱ کی طرح مقناطیسی میدان کا نقشہ حاصل کرو۔

دیکھو یہ مقناطیسی میدان، سلاخی مقناطیس کے پیدا کئے ہوئے مقناطیسی میدان سے کیسی قریب کی مشابہت رکھتا ہے۔ مرغولہ چونکہ مجوّف ہے اس لئے ہم پورے مقناطیسی دَور کا نقشہ حاصل کر سکتے ہیں۔ اس نقشہ پر غور کرو۔ اس سے صاف معلوم ہوتا ہے کہ مرغولہ کے اندر خطوطِ قوت تقریباً مرغولہ کے محور کے متوازی ہیں۔

برقی مقناطیس

تم دیکھ چکے ہو کہ مقناطیسی میدان میں رکھا ہوا نرم لوہے کا ٹکڑا عارضی طور پر مقناطیس بن جاتا ہے۔ اس کے حاصل کردہ مقناؤ کا درجہ (خاص خاص حدود کے اندر) مقناطیسی میدان کی طاقت کا متناسب ہوتا ہے۔ جب ہم تار کے مرغولہ (شکل ۱۴۱) کے اندر نرم لوہے کی سلاخ رکھتے ہیں اور مرغولہ میں برقی رَو گزارتے ہیں تو مرغولہ کے اندر کا مقناطیسی میدان لوہے پر امالی عمل کرتا ہے اور لوہے کی حاصل کردہ قطبیت سے مرغولہ کی مقناطیسی قطبیت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ پھر جس وقت برقی رَو بند ہو جاتی ہے تو اس کے ساتھ ہی مرغولہ اور نرم لوہا دونوں اپنی قطبیت کھو دیتے ہیں۔ اس طرح کی ترتیب کو برقی مقناطیس کہتے ہیں۔ کافی طاقت کی برقی رَو اور نرم لوہا استعمال میں لانے سے بہت بڑی طاقت کے برقی مقناطیس

بن سکتے ہیں۔

لوہے کی سلاخ اور مرغولہ کو موڑ کر اگر گھُڑ نعلی شکل پیدا کر لی جائے تو اِس سے گھُڑ نعلی برقی مقناطیس (شکل ۴۲) بن جاتا ہے۔ اور اگر اِن دونوں کو اِس طرح موڑ لیا جائے کہ اِن کے دونوں سِرے بالکل ایک دُوسرے سے مِل جائیں تو اِس سے ٹھوس حلقہ حاصل ہوتا ہے۔ اِس صورت میں مرغولہ کے اندر کے تمام خطوطِ قوت بند مقناطیسی زنجیریں بن جاتے ہیں اور مرغولہ کے خارج میں مقناطیسی میدان کا کوئی شائبہ محسوس نہیں ہوتا۔

شکل ۴۲
گھُڑ نعلی برقی مقناطیس

تجربہ ۵۱ — رَو کے حامل مرغولہ میں رکھے ہوئے لوہے کا اثر۔

(ا) کاغذی پٹھے یا شیشہ کی ایک اِتنی چوڑی نلی لو کہ اُس میں نرم لوہے کی سلاخ آ جائے۔ اِس نلی کے گِرد سُوت میں لپٹا ہوا تانبے کا تار اِس طرح لپیٹو کہ اُس کی دو تین تہیں بن جائیں۔ پھر ایک مقناطیسیت پیما کو اِس طرح ترتیب دو کہ اِس کا چوبی پیمانہ اُفقی وضع میں ہو

اور مقناطیسی نصف النہار پر علی القوائم رہے۔ اب اِس تار کے مرغولہ کو مقناطیسیت پیما کے پیمانہ پر اُس کی سُوئی سے تقریباً ۲۰ سمر کے فاصلہ پر اِس طرح رکھو کہ مرغولہ کا محور مقناطیسی نصف النہار پر علی القوائم ہو۔ اِس کے بعد مرغولہ کے سِرے کسی مستقل ق م ب والے خانۂ واحد سے جوڑو۔ اور سُوئی کے اِنصراف کو دیکھ لو۔ پھر مرغولہ کے اندر نرم لوہے کی سلاخ رکھو۔ دیکھو اب اِنصراف پہلے سے بہت زیادہ ہے۔ برقی دَور کو توڑ دو۔ دیکھو سُوئی کس طرح پھر لَوٹ کر پیمانہ کے صفر پر آ گئی۔

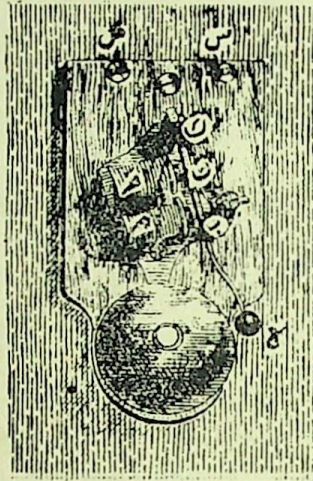
سلاخ کی بجائے اگر نرم لوہے کے تاروں کا مجموعہ استعمال کیا جائے اور اِن تاروں کی تعداد بالتدریج گھٹاتے جائیں تو یہ تجربہ زیادہ معنی خیز ہو سکتا ہے۔

(ب) اِس تجربہ کے حصہ (ا) میں جو تم نے برقی مقناطیس بنایا ہے اُسے تار کی کیلوں کے ڈھیر میں رکھو۔ دیکھو اِس میں اُٹھا لینے کی طاقت کتنی بہت سی ہے۔ اب برقی دَور کو توڑ دو۔ دیکھو دَور کے ٹُوٹ جانے پر تمام کیلیں گر پڑتی ہیں۔ لوہا اگر بہت نرم نہیں تو اُس میں ذرا سا مستقل مقناؤ قائم رہیگا۔ اِس لئے چند کیلیں اُس کے ساتھ چمٹی رہینگی۔

برقی گھنٹی

برقی گھنٹی ——————

(شکل ۱۴۳) برقی مقناطیس کا ایک سادہ سا مظہر ہے۔ اِس کے اجزا حسبِ ذیل ہیں:—

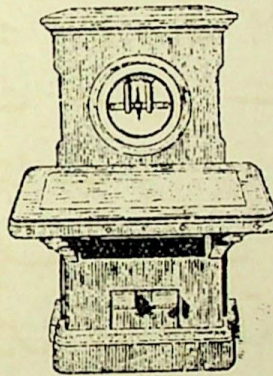
ایک گھوڑ نعلی برقی مقناطیس م جس کے ساتھ نرم لوہے کا ناظر ن لگا ہوا ہے۔ اِس ناظر کو فولادی کمانی ک

شکل ۴۳
برقی گھنٹی

اُٹھائے ہوئے ہے۔ ناظر کے دُوسرے سرے پر ہتوڑا ہ ہے۔ ن کی حرکت کی آزادی کا انتظام پہلو کے پیچ اور کمانی ب سے کیا جاتا ہے۔ برقی رَو س سے داخل ہوتی ہے اور ب اور ک میں سے گزر کر م کے مرغولوں کے گرد ہوتی ہوئی سَ کی طرف آتی ہے۔

برقی گھنٹی میں جب رَو گزرتی ہے تو ناظر کو برقی مقناطیس کی طرف کشش ہوتی ہے۔ اور برقی دَور ب پر ٹوٹ جاتا ہے۔ پھر کمانی ک ناظر کو واپس لاتی ہے اور

برقی دور کو پھر تکمیل کر دیتی ہے - ہر مرتبہ جب تاخر برقی مقناطیس کی طرف جاتا ہے تو ہتوڑے سے گھنٹی پر ضرب پڑتی ہے - جب گھنٹی کی کنجی کو دبا دیتے ہیں تو اِس عمل کا مسلسل اعادہ ہوتا رہتا ہے -

اوُرسٹیڈ[1] کے تجربہ کا استعمال تار برقی میں

شکل ۴۴ میں جس آلہ کی تصویر دکھائی گئی ہے اِس کو تم نے اکثر تار گھر میں دیکھا ہوگا - اِس آلہ کے قرص کے سامنے ایک انتصابی نمائندہ

شکل ۴۴

تار برقی کا واحد سوئی والا آلہ

جلد جلد حرکت کرتا رہتا ہے - اور جب تک وہ حرکت

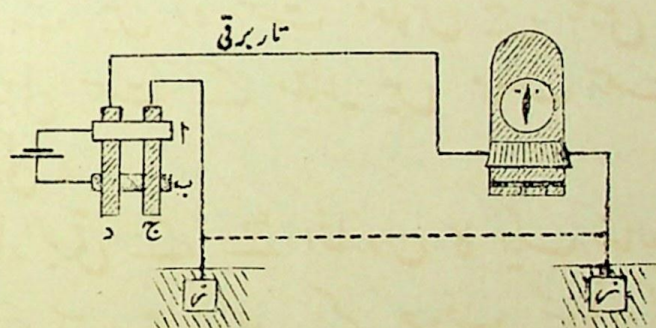
[1] Oersted

کرتا رہتا ہے ٹِک ٹِک کی آواز برابر سُنائی دیتی رہتی ہے۔
یہ واحد سُوئی والا تار برقی آلہ ہے۔ اِسے پہلے پہل کُک[۵۱]
اور وِھیٹسٹون[۵۲] نے ۱۸۳۷ء میں استعمال کیا تھا۔
یہ آلہ پیغام بھیجنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔
اصول کے اعتبار سے یہ آلہ اچل مقناطیسی
برق پیما (شکل ۵۷) کا مشابہ ہے۔ صرف اِتنا فرق
ہے کہ اِس میں تار کا مرغولہ اور مقناطیسی سُوئی دونوں
چیزیں اُفقی وضع کی بجائے انتصابی وضع میں لگی ہوتی
ہیں۔ مرغولہ اور مقناطیسی سُوئی دونوں آلہ کے اندر رہتے
ہیں۔ جس محور پر یہ سُوئی چڑھی ہوتی ہے اُس کا سِرا
آلہ کے سامنے والے حصہ میں سے باہر نکلا ہوتا ہے
اور نمائندہ کو اُٹھائے رہتا ہے۔
مرغولہ کا ایک سِرا ایک دھاتی تختی کے ساتھ
جوڑ کر تختی کو زمین میں گاڑ دیا جاتا ہے۔ اور اِس کا
دُوسرا سِرا اُس لمبے محفوظ تار سے جُڑا رہتا ہے جو
کھمبوں پر لگے ہوتے ہیں۔ یہ محفوظ تار دُوسرے تار گھر
تک پہنچتا ہے جہاں مورچہ اور مقلّب موجود ہوتے ہیں۔
مقلّب کا ایک سِرا اِس تار سے جُڑا ہوتا ہے اور دُوسرا

۵۱ Cooke

۵۲ Wheatstone

سرا ایک دھاتی تختی کے ساتھ جوڑ کر زمین میں (شکل ۴۵) دفن کر دیا جاتا ہے۔ دونوں دھاتی تختیاں ہمیشہ یکساں قوۃ (صفر) پر رہتی ہیں۔ زمین چونکہ موصل ہے اس لئے وہ وہی کام دیتی ہے جو تانبے کا بہت موٹا تار دے سکتا ہے۔ شکل ۴۵ میں اس کیفیت کو نقطوندار خط سے تعبیر کر دیا گیا ہے۔ زمین سے موصل کا کام لینے سے تانبے کے تار کا خرچ بچ جاتا ہے۔ اس طرح زمین کی موصلیت کو کام میں لانے سے دو تار گھروں کو ملانے کے لئے صرف ایک ہی تار کافی ہو جاتا ہے۔

تاربرقی میں ایک خاص شکل کا مقلب استعمال کیا جاتا ہے جو دو دھاتی پتیوں ج اور د (شکل ۴۵)

شکل ۴۵

تاربرقی کے ایک سادہ سے نظام کا خاکہ

پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ پتیاں پیانو کے سروں کی طرح

نیچے اُوپر سرک سکتی ہیں۔ جب پتّیاں اُوپر کو اُٹھی ہوتی ہیں تو وہ دونوں، دھات کے ایک چلیپی ٹکڑے ا کو چھوتی رہتی ہیں - یہ ٹکڑا مورچہ کے منفی سرے سے جُڑا ہوتا ہے۔ اگر د کو نیچے کی طرف دبایا جائے تو اِس کا تماس ا سے ٹُوٹ جاتا ہے اور ب کے ساتھ قائم ہوکر مورچہ کے منفی سرے کو زمین سے مِلا دیتا ہے۔ اِس ترتیب سے ظاہر ہے کہ ب کا قوّہ (اور اِس لئے د کا بھی) مثبت ہوگا۔ اور تار کے رستے برقی رَو چلنے لگیگی جس سے آلہ میں کی سُوئی کسی خاص سمت میں منصرف ہو جائیگی۔ اب اگر د کو چھوڑ دیا جائے اور ج کو دبا کر اُس کا ب سے تماس کر دیا جائے تو اِس صورت میں رَو سمتِ معکوس میں چلیگی اور آلہ کی سُوئی پہلی سمت کے مقابلہ میں مخالف سمت میں منصرف ہوگی۔

تار برقی کے لئے اشاروں کا ایک ضابطہ قرار دے لیا گیا ہے جس میں ابجد کے حروف سُوئی کی بہتی اور داہنی حرکتوں کے، طرح طرح کے مجموعوں سے تعبیر کئے جاتے ہیں۔ مثلاً جب سُوئی بائیں ہاتھ کی طرف ایک حرکت کرتی ہے تو اِس سے حرف e مفہوم ہوتا ہے اور جب وہ دائیں ہاتھ کی طرف ایک حرکت کرتی ہے تو اِس سے حرف t کا اشارہ سمجھا جاتا ہے - اور جب

سُوئی دائیں ہاتھ کی طرف جاکر پھر بائیں ہاتھ کی طرف آتی ہے تو اِس مجموعی حرکت کو حرف n کا قائم مقام قرار دیا جاتا ہے۔

اِس مطلب کے لئے کہ تار منشی، پیغام کو کانوں سے بھی سمجھ سکے اور آنکھوں سے بھی، نمائندہ کے ایک سِرے کے دونوں پہلوؤں پر ٹین کے دو دو ٹکڑے لگا دئے جاتے ہیں۔ جب آلہ کام دے رہا ہوتا ہے تو اِن ٹکڑوں سے ٹِک ٹِک کی آواز پیدا ہوتی ہے۔ اِن ٹکڑوں کی جسامت مختلف رکھی جاتی ہے تاکہ آواز سے بہ آسانی معلوم ہو جائے کہ سُوئی کس سمت میں منصرف ہوئی ہے۔

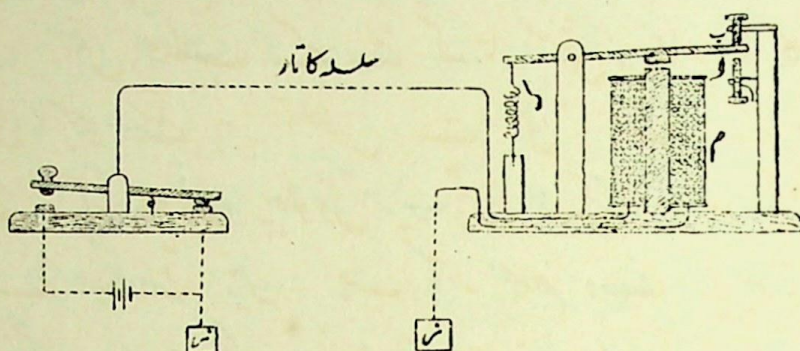
مورسؔ کا نظام

مورسؔ کا مصوات جو شکل ۴۶ میں دائیں ہاتھ پر دکھایا گیا ہے ایک برقی مقناطیس م پر مشتمل ہوتا ہے جس کے ساتھ نرم لوہے کا ناظر لگایا جاتا ہے۔ یہ ناظر نصاب پر لگے ہوئے بیرم کے ساتھ لگا ہوتا ہے اور بیرم دو روکوں ا اور ب کے درمیان آزادانہ حرکت کرسکتا ہے۔ یہ روکیں اِس طرح بنائی جاتی ہیں کہ انہیں ہم حسب خواہش ترتیب دے سکتے ہیں۔ جب برقی رَو بند ہوتی ہے تو کمانی ک

Morse ے

بیرم کو اُوپر والی روک ب کے ساتھ چھوتا ہُوا رکھتی ہے۔ اور جب رَو جاری ہوتی ہے تو برقی مقناطیس ناظر

سلسلہ کا تار

شکل ع ۴۶

مصوات اور کُنجی متعلقہ نظامِ مورش

کو اپنی طرف کھینچتا ہے۔ اِس سے بیرم نیچے کی طرف آکر روک ا کو چھولیتا ہے۔

اِس نظام کے اشارے اُس وقفہ کے طول پر مبنی ہیں جو روک ا سے ٹکرانے اور روک ب سے ٹکرانے کے درمیان صرف ہوتا ہے۔ اور ظاہر ہے کہ اِس وقفہ کو کُلیۃً رَو کی مدّت پر موقوف ہونا چاہیئے۔ اِشارے صِرف دو طرح کے ہوتے ہیں۔ یعنی ایک چھوٹا اور ایک بڑا۔ چھوٹے کو عام طور پر "نقطہ" کہتے ہیں اور بڑے کو "لکیر"۔ اِن دونوں وقفوں کا تعلّق اِس طرح قرار دیا

گیا ہے کہ بڑے وقفہ کو چھوٹے وقفہ سے تین گُنا ہونا چاہیئے۔

مورس کے ابجد میں نقطہ کا اِشارہ سُوئی دار آلہ کی بہتی حرکت کا جواب ہے اور لکیر کا اِشارہ دہتی حرکت کا جواب۔

ایک نقطۂ واحد حرف e کو تعبیر کرتا ہے۔ اور ایک واحد لکیر حرف t کی تعبیر ہے۔ نقطہ کے ماقبل ایک اَور نقطہ ہو تو اِس سے حرف i مفہوم ہوتا ہے اور اگر لکیر کے ماقبل ایک نقطہ ہو تو اِس سے حرف a سمجھا جاتا ہے۔ اِسی طرح اگر نقطہ کے ماقبل لکیر ہو تو یہ حرف n کی دلیل ہے۔ اور لکیر کے ماقبل لکیر کا ہونا حرف m پر دلالت کرتا ہے۔ یہ مجموعے جو ہم نے بیان کئے ہیں اِن کے ماقبل اگر ایک ایک نقطہ ہو تو پھر اِن سے علی الترتیب حروف s، u، r، اور w مفہوم ہونگے۔ اور اگر ہر ایک کے ماقبل ایک ایک لکیر ہو تو پھر وہ علی الترتیب حروف d، k، g اور o پر دلالت کرینگے۔ مثلاً:—

```
{ n -·      { i ··      { e ·
{ m --      { a ·-      { t -

{ g --·     { d -··     { r ·-·   { s ···
{ o ---     { k -·-     { w ·--   { u ··-
```

آخر میں جو آٹھ حروف لکھے ہیں اِن کے ماقبل ایک ایک نقطہ یا ایک ایک لکیر لگا دینے سے اور ایک ایک اِشارہ پیدا ہو سکتا ہے۔ اور اِس طرح ضرورت کے باقی حروف بنا لئے جاتے ہیں۔ اعداد' پانچ پانچ اشاروں کے اجتماع و ترتیب سے پیدا کئے جاتے ہیں۔

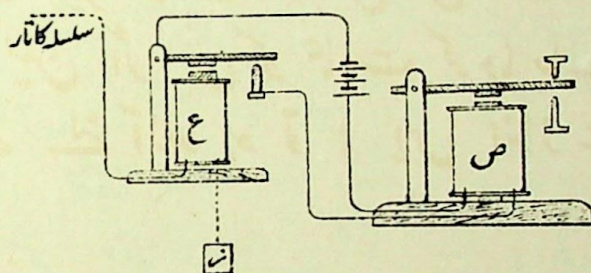
اِس نظام میں تار منشی کان کے ذریعہ پیغام وصول کرتا ہے۔ کام میں سُرعت پیدا کرنے کے لئے بیرم کے بائیں ہاتھ کے سِرے پر ایک چھوٹا سا قُرص لگا دیا جاتا ہے جو سیاہی میں گردش کرتا رہتا ہے۔ جب بیرم دبتا ہے تو یہ قُرص' کاغذ کی ایک ایسی پٹی کو چُھو لیتا ہے جو مستقل رفتار سے حرکت کر رہی ہوتی ہے۔ اِس طرح کاغذ پر نقطوں اور لکیروں کے نشان بنتے جاتے ہیں۔

اِشارے ایک کُنجی سے کئے جاتے ہیں جو شکل ۴۶ میں بائیں ہاتھ پر دکھائی گئی ہے۔ یہ کُنجی ایک دھاتی بیرم پر مشتمل ہے جو چوبی اِستادہ پر چڑھا دیا گیا ہے۔ برقی تار بیرم کے وسط سے مِلایا جاتا ہے۔ جب کُنجی استعمال میں نہیں ہوتی تو اِس کی کمانی برقی تار کو زمین کے ساتھ جوڑ دیتی ہے۔ اور جب اِس کے بیرم کا سامنے والا سِرا دبا دیا جاتا ہے تو مورچہ کا برقی دورہ

تکمیل ہو جاتا ہے اور برقی رَو تار برقی کے رستے مِصوات کی طرف جاتی ہے۔

تار اگر نہایت طویل ہو تو پھر ممکن ہے کہ برقی رَو مِصوات کو چلانے کے لئے کفایت نہ کرے۔ اِس نقص کو دفع کرنے کے لئے برقی دَور میں مِصوات ص کے قریب ایک مُعاوِن ع (شکل ۴۷) داخل کر دیا جاتا ہے۔ تار برقی کی کمزور رَو اِس مُعاوِن میں سے

سلسلہ کا تار
ع
ص

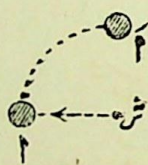
شکل ۴۷

تار برقی کی رَو کا مُعاوِن

گزرتی ہے۔ مُعاوِن محض ایک برقی مقناطیس ہے جس کے ساتھ ایک ناظر دار بیرم لگا رہتا ہے۔ جب یہ بیرم دبتا ہے تو اِس سے ایک مقامی مورچہ جس کی طاقت مِصوات کو چلانے کے لئے کافی ہوتی ہے برقی دَور میں آ جاتا ہے۔

برقی رَو پر مقناطیس کا عمل

مقناطیسی میدان میں مستقیم رَو کے واردات

شکل ۴۸ (ا) میں ا ایک ایسے تار کی تراشِ عمودی ہے جو رَو کو اِس ورق میں سے نیچے کی سمت میں لے جا رہا ہے۔ اور ش ایک واحد شمال نما قطب ہے۔ اِس قطب کا تقاضا یہ ہوگا کہ ا کے گِرد ساعت وار شَ کی سمت میں حرکت کرے۔ لیکن اگر ش کو ثابت کر دیا جائے اور ا حرکت کے لئے آزاد ہو تو ا اِس انداز سے حرکت کریگا

(ب) (ا)

شکل ۴۸

ا تار کی تراشِ عمودی ہے اور ش شمال نما قطب

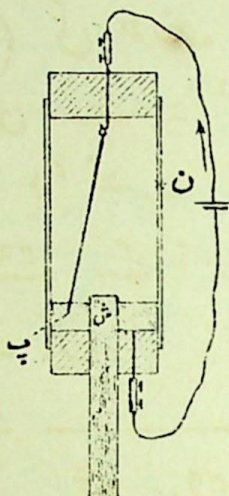
کہ آخرِ کار ش کے اعتبار سے اُس کا اِضافی محل وہی

ہوگا جو اُس حالت میں ہونا چاہئیے جب کہ ا ثابت اور ش حرکت کے لئے آزاد ہو۔ یعنی ا کی حرکت اَ (شکل ۴۸ ب) کی طرف ہوگی۔ یہ ظاہر ہے کہ جب تک رَو جاری ہے یہ اثر بھی برابر جاری رہنا چاہیئے۔ اِس بناء پر ا، قطب ش کے گرد گردش کرنے لگیگا۔ شکل ۴۹ کے آلہ سے ہم تجربۃً اِس واقعہ کی تصدیق کر سکتے ہیں۔

تجربہ ۵۲ ـــــــــ مقناطیسی میدان میں رَو کی گردش۔ شکل ۴۹ میں ن ایک شیشہ کی (۲۰ سمر × ۴ سمر) نلی ہے جس کے دونوں سرے کاگوں سے بند کر دئے گئے ہیں۔ نیچے والے کاگ کے مرکز پر ایک اُستوانہ نما سلاخی مقناطیس داخل کیا گیا ہے جس کا شمال نما قطب اُوپر کی طرف ہے اور ذرا دُور تک نلی کے اندر نکلا ہؤا ہے۔ اِسی کاگ میں ایک تانبے کا تار بھی جما دیا گیا ہے۔ اُوپر والے کاگ کے مرکز میں سے تانبے کا ایک موٹا تار داخل کیا گیا ہے جس کا نیچے والا سِرا ہُک کی شکل پر موڑ دیا گیا ہے۔ یہ ہُک ایک پتلے سے تار کو پکڑے ہوئے ہے جس کا نیچے والا سِرا پارے پ میں ڈُوبا ہؤا ہے۔ اِس بات کی خاص طور پر احتیاط رکھنا چاہیئے کہ پارے کی سطح بالکل صاف ہو۔

اِس تار میں نیچے کو جانے والی برقی رَو جاری

کرو - اور گردش کی سمت دیکھ لو - پھر رو کی سمت اُلٹ دو -

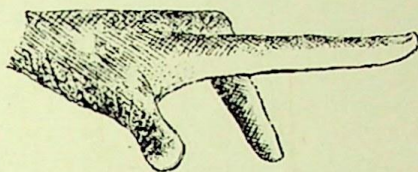
ن
ش
پ

شکل ۴۹

مستقیم رو کی گردش مقناطیسی قطب کے گرد

دیکھو اِس کے ساتھ ہی گردش کی سمت بھی اُلٹ گئی -

اِس تجربہ میں رو کی حرکت، مقناطیس کے پیدا کئے ہوئے مقناطیسی میدان کا نتیجہ ہے - کسی خاص لحظہ کو نگاہ میں رکھ کر سمتِ حرکت کو دیکھو تو اِس لحظہ میں وہ، مقناطیسی خطوطِ قوت کی سمت اور نیز برقی رو کی سمت، پر علی القوائم ہوگی -

مقناطیسی میدان میں رکھی ہوئی مستقیم رو کی سمتِ حرکت پہچاننے کے لئے مندرجہ ذیل قاعدہ بہت مفید ہے - یہ قاعدہ

پروفیسر فلیمنگ[1] کا تجویز کیا ہوا ہے :—
اپنے بائیں ہاتھ کے انگوٹھے اور انگشتِ شہادت (شکل نمبر ۵۰) کو پورے طور پر پھیلا لو اور درمیانی اُنگلی

شکل نمبر ۵۰

فلیمنگ کے قاعدہ کی توضیح

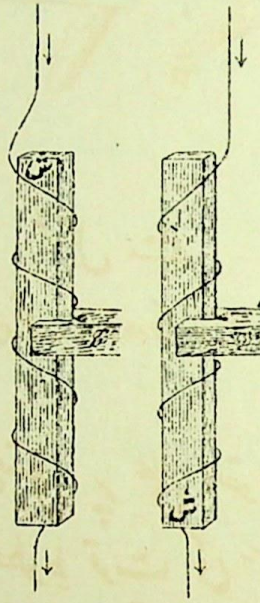
کو اِس طرح موڑو کہ ہتیلی پر علی القوائم ہو جائے - اب اگر انگشتِ شہادت خطوطِ قوت کی سمت کو اور درمیانی اُنگلی رَو کی سمت کو تعبیر کرتی ہے تو انگوٹھا سمتِ حرکت کو تعبیر کرتا ہے -

اِس قاعدہ سے مدد لے کر شکل نمبر ۴۸ (ب) میں کی برقی رَو کی سمتِ گردش کی تصدیق کرو -

وُہی واقعہ جس کا تقریرِ بالا میں ذکر آیا ہے تانبے کے لمبے سے نہایت باریک تار (یا لچکے کے تار)

[1] Fleming

کو طاقتور سلاخی مقناطیس کے قریب اِنتصاباً لٹکا کر اور اُس میں برقی رَو گزار کر بھی ہم دکھا سکتے ہیں۔ اِس صورت میں جُوں ہی کہ رَو گزرتی ہے باریک تار اپنے آپ کو مقناطیس کے گرد (شکل ۱۵۱) مرغولہ وار لپیٹ لیتا ہے۔ اور جس

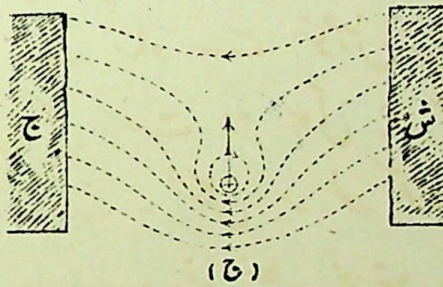
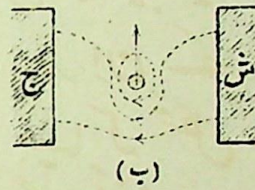
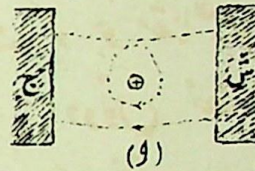
شکل ۱۵۱

سمت میں لپیٹتا ہے وہ رَو کی سمت اور مقناطیس کی قطبیت پر موقوف ہوتی ہے۔

رَو کا حامل مُوصِل جب مقناطیسی میدان میں رکھا ہوتا ہے تو اِس صورت میں جو مقناطیسی میدان حاصل ہوتا ہے اُس کے متعلق خطوطِ قوت کے مفروضہ

خواص سے کام لے کر ہم مُوصِل کے حرکات کی توضیح کر سکتے ہیں۔ مثلاً فرض کرو کہ شکل ۵۲ (ا) میں ایک ایسا مُوصِل رکھا ہے جو برقی رَو کو اِس ورق میں سے انتصاباً نیچے کی طرف لے جا رہا ہے اور جس مقناطیسی میدان میں وہ رکھا ہے وہ ایک برقی مقناطیس کے چپٹے قطبی سروں سے پیدا کیا ہُوا ہموار مقناطیسی میدان

(ا)

(ب)

(ج)

شکل ۵۲

ہے۔ شکل میں سادگی کی خاطر میدانِ مذکور کے صرف دو خط دکھائے گئے ہیں۔ چونکہ یہ قاعدہ کی بات ہے کہ

متضاد سمتوں میں چلنے والے خطوطِ قوت ایک دوسرے کو جذب کرتے ہیں اور ایک ہی سمت میں چلنے والے خطوطِ قوت ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اِس لئے اِس میدانِ حاصل میں خطوطِ قوت کا پھیلاؤ اِس انداز پر ہوگا جو شکل ۵۲ (ب) میں دکھایا گیا ہے۔ اب فرض کرو کہ رَو کی طاقت میں ذرا سا اضافہ کر دیا گیا ہے۔ اِس صورت میں وہ خطِ قوت جس کا رَو سے تعلق ہے پھیل جائیگا اور اُس خطِ قوت کو جو مقناطیس کا نتیجہ ہے اُس مقام پر چھو لیگا جہاں یہ دونوں خط متضاد سمتوں میں چل رہے ہیں۔ پھر اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ دونوں خط مِل کر ایک ہو جائینگے۔ اور اِن کے اِتحاد سے پیدا ہونے والا یہ ایک خط جیسا کہ شکل ۵۲ (ب) میں دکھایا گیا ہے مُوصِل کے گرد مُنحنی ہو جائیگا۔ اِس خطِ قوت کے تناؤ سے مُوصِل پر ایک قوت عمل کریگی جس کی سِمت وہ ہوگی جو شکل میں سُوفار سے تعبیر کی گئی ہے۔ شکل پر غور کرو۔ اِس میں مُوصِل کے قریب ایک نیا خطِ قوت بھی دکھایا گیا ہے۔ یہ خط رَو کے اضافہ کا نتیجہ ہے۔

اِس شکل کے حصہ (ج) کو دیکھو۔ اِس میں میدانِ حاصل کی زیادہ مکمل تفصیل دکھائی گئی ہے۔ اِن شکلوں پر غور کرنے سے ایک اَور قاعدہ مِل سکتا ہے جس

کی مدد سے ہم معلوم کر سکتے ہیں کہ مُوصِل پر عمل کرنے والی قوت کی سمتِ عمل کیا ہے۔ قاعدہ حسبِ ذیل ہے :-

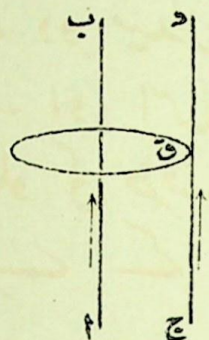
قوت مُوصِل کے اُس پہلو پر عمل کرتی ہے جدھر رَو کے حامل مُوصِل اور مقناطیس کے پیدا کئے ہوئے دو میدان ایک دُوسرے کو تقویت دیتے ہیں۔ اور اِس کی سمتِ عمل مُوصِل کے اُس پہلو کی طرف ہوتی ہے جدھر یہ میدان ایک دُوسرے کے متضاد ہوتے ہیں۔

مستقیم رَو کی حرکت دُوسری مستقیم رَو کے پیدا کئے ہوئے میدان میں

فرض کرو کہ ا ب (شکل ۵۳) ایک ثابت تار ہے جو رَو کو ا سے ب کی طرف لے جا رہا ہے۔ اِس صورت میں نقطہ ق پر ا ب کی رَو سے پیدا ہونے والی مقناطیسی قوت کی سمت نیچے کے رُخ اور اِس ورق پر علی القوائم ہوگی۔ اب اگر تار ج د جو حرکت کے لئے آزاد ہے اور رَو کو ج سے د کی طرف لے جا رہا ہے ق میں سے گزرے اور ا ب کا متوازی ہو تو فلیمنگ[۱] کے دستِ چپ کے قاعدہ

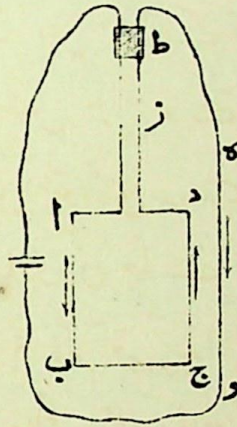
---

۱ Fleming

سے ظاہر ہے کہ تار ج د، تار ا ب کی طرف حرکت کریگا۔ دُوسرے لفظوں میں یوں کہو کہ ج د کو ا ب

شکل ۵۳
مستقیم رَو کی حرکت

کی طرف کشش ہوگی۔ اگر ج د میں رَو کی سمت معکوس کر دی جائے تو اِس صورت میں ج د پر دفع کی کیفیت محسوس ہوگی۔ بناء بریں حسب نظریہ :-

دو متوازی تار رَو کو اگر ایک ہی سمت میں لے جا رہے ہوں تو وہ ایک دُوسرے کو جذب کرتے ہیں اور اگر متضاد سمتوں میں لے جا رہے ہوں تو ایک دُوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

تجربہ ۵۳ ــــــ **برقی رَو کے حامِل تاروں کا تجاذب اور تدافع۔** تانبے کے تار کو موڑ کر مستطیل شکل اب ج د (شکل ۵۴) پیدا کرو۔ اور اِس کے سِرے دو چھوٹے چھوٹے نہایت باریک لچکے کے تاروں کے ساتھ ٹانکے سے جوڑ دو۔ پھر اِن لچکے کے تاروں کے اُوپر والے سِرے تانبے کے دو موٹے تاروں کے ساتھ ٹانکے

شکل ۵۴

رَو کے حامِل مستقیم تاروں کا تجاذب اور تدافع

سے جوڑو۔ اِن موٹے تاروں کو کاگ ط میں سے گزارو اور کاگ کو مناسب بلندی پر شکنجہ میں کَس دو۔ پھر اِن تاروں کو مورچہ کے سِروں سے مِلاؤ اور آزاد تار ہ و کا کچھ حصہ برقی دَور میں شامل کرو۔ اِس کے بعد ہ و کو اِس معلّق مستطیل کے قریب اور اُس کے پہلوؤں کے متوازی رکھو۔

اور ایک صورت میں تجاذب اور دُوسری صورت میں تدافع کی تصدیق کرو۔

پانچویں فصل کی مشقیں

۱- ایک لمبا مستقیم تار میز پر مقناطیسی نصف النہار کی سمت میں رکھا ہے۔ اِس تار کے قریب مغرب کی طرف ہم ایک میلان نما دائرہ اِس طرح رکھتے ہیں کہ دائرہ کی سطح، مقناطیسی نصف النہار کی متوازی رہے۔ تار میں اگر جنوب سے شمال کے رُخ برقی رَو جاری کی جائے تو کیا سُوئی کے میلان میں کچھ تغیر پیدا ہوگا؟ اگر تغیر پیدا ہوگا تو یہ کس طرح کا تغیر ہوگا؟ جواب کے ساتھ دلائل بھی بیان کرو۔

۲- ایک مستقیم اُفقی تار کمپاسی سُوئی کے قریب اِس طرح رکھا ہے کہ دونوں ایک دُوسرے کے متوازی اور ایک ہی اُفقی سطح میں ہیں۔ اگر تار میں برقی رَو جاری کی جائے تو سُوئی پر کیا اثر ہوگا؟ اور مندرجہ ذیل صورتوں میں کیا نتیجے پیدا ہونگے:-

(ا) جب کہ تار ذرا سا اُوپر اُٹھا دیا جائے۔

(ب) جب کہ تار ذرا سا نیچے سرکا دیا جائے۔

۳- ایک تانبے کا تار آہنی حلقہ کے مرکز میں سے گزرتا ہے اور حلقہ کی سطح پر علی القوائم ہے۔ مفصل بیان

کرو کہ اگر تانبے کے تار میں برقی رَو جاری کی جائے تو اِس حلقہ کی مقناطیسی حالت کیا ہوگی۔

۴۔ تانبے کی ایک اُستوار سلاخ میں برقی رَو جاری ہے اور تمہیں ایک چھوٹا سا آہنی تار کا ٹکڑا دیا گیا ہے۔ اِس ٹکڑے کو سلاخ کی اِضافت سے کس طرح رکھنا چاہیئے کہ وہ اپنے طول کی سمت میں مقناطیس بن جائے؟ رَو کی سمت فرض کر لو اور مفصل بیان کرو کہ اِس آہنی تار کا کونسا سرا شمال نما قطب بنیگا۔

۵۔ دو لمبے تار مقناطیسی نصف النہار میں ایک دُوسرے کے متوازی رکھے ہیں اور دونوں ایک ہی سطح میں ہیں۔ اِن دونوں کے عین وسط میں ایک مقناطیسی سُوئی رکھی ہے جو اپنے نقطۂ تعلیق کے گرد ہر سمت میں گردش کر سکتی ہے۔ اگر ایک ہی برقی رَو شرقی تار میں جنوب سے شمال کے رُخ اور غربی تار میں شمال سے جنوب کے رُخ جاری ہو تو اِس سُوئی کے واردات کیا ہونگے؟ (مقناطیسی سُوئی پر جو زمین کا مقناطیسی عمل ہوتا ہے اُس کو تم نظر انداز کر سکتے ہو)۔

۶۔ ایک تار مقناطیسی سُوئی کے عین اُوپر مقناطیسی نصف النہار کے اعتبار سے شرقاً غرباً رکھا ہے۔ اگر تار میں سے طاقتور برقی رَو گزاری جائے تو مفصل بیان کرو کہ مندرجہ ذیل صورتوں میں مقناطیسی سُوئی پر کیا اثر ہوگا:—

(ا) جب کہ رَو کا رُخ مغرب سے مشرق کی طرف ہے۔

(ب) جب کہ رَو کا رُخ مشرق سے مغرب کی طرف ہے۔

۷۔ خاکہ بنا کر دکھاؤ کہ مندرجہ ذیل صورتیں پیدا کرنے کے لئے برقی رَو کو گھڑنعلی برقی مقناطیس کے مرغولوں میں کس طرح چلنا چاہیئے :—

(ا) برقی مقناطیس کے دونوں سِرے شمال نما قطب بن جائیں۔

(ب) برقی مقناطیس کا ایک سِرا شمال نما قطب بن جائے اور دُوسرا سِرا جنوب نما قطب۔

۸۔ ایک اِنتصابی تار میں برقی رَو اُوپر سے نیچے کے رُخ چل رہی ہے اور رَو کی طاقت کا یہ عالم ہے کہ ایک فُٹ کے فاصلہ پر اِس کا مقناطیسی میدان زمین کے اُفقی میدان کا مساوی ہے۔ شکل بنا کر دکھاؤ کہ اگر تار کے گِرد ایک فُٹ کے فاصلہ پر رکھ کر ایک آزادانہ لٹکتی ہوئی کمپاسی سُوئی پھرائی جائے تو مندرجہ ذیل مقامات پر اِس سُوئی کا کیا انداز ہوگا :—

(ا) تار سے شمال کی طرف۔

(ب) تار سے شمال مشرق کی طرف۔

(ج) تار سے مشرق کی طرف۔

(د) تار سے جنوب مشرق کی طرف۔

(ہ) تار سے جنوب کی طرف۔

(و) تار سے جنوب مغرب کی طرف۔

(ز) تار سے مغرب کی طرف۔

(ح) تار سے شمال مغرب کی طرف۔

۹- شکل بنا کر معمولی برقی گھنٹی کے اجزا کی ترتیب دکھاؤ اور اِس کے عمل کی توضیح کرو۔

۱۰- تار کے گول چکّر کے مرکز پر ایک مقناطیس رکھا ہے اور چکّر میں برقی رَو جاری ہے۔ مفصل بیان کرو کہ مقناطیس کے شمال نما قطب پر عمل کرنے والی قوت کی سمت عمل کیا ہے۔ اور یہ قوت رَو کی سمت پر کس طرح موقوف ہے؟

۱۱- ایک چھوٹی سی کمپاسی سُوئی تانبے کے اِنتصابی وضع میں رکھے ہوئے حلقے کے مرکز پر رکھی ہے اور حلقہ میں برقی رَو جاری ہے۔ مفصل بیان کرو کہ مندرجہ ذیل صورتوں میں یہ سُوئی برقی رَو سے کس طرح متاثر ہوگی۔ اور ہر ایک صورت میں اِس سُوئی پر کون کون سی قوتیں عمل کر رہی ہونگی:—

(ا) جب کہ حلقہ مقناطیسی نصف النہار میں ہے۔

(ب) جب کہ حلقہ مقناطیسی نصف النہار پر علیٰ القوائم ہے۔

۱۲- ایک برقی رَو کا حامِل تار ایک ایسے مقناطیسی میدان میں رکھا ہے جس کے خطوطِ قوت کی سمت معلوم ہے۔ مفصل بیان کرو کہ نظری طور پر ہم کس طرح معلوم کر سکتے ہیں کہ یہ تار کس سمت میں حرکت کا تقاضا کریگا۔

۱۳- رو کے حامل مستقیم تاروں کے تجاذب اور تدافع کا کُلیہ بیان کرو۔ اور ایک ایسا تجربہ دکھاؤ جس سے اِس کُلیہ کی تصدیق ہو جائے۔

۱۴- ایک تار میں برقی رو جاری ہے۔ اور تمہیں ایک نوک پر رکھی ہوئی کمپاسی سُوئی دے دی گئی ہے کہ اِس کی مدد سے رو کی سمت معلوم کرو۔ بتاؤ مندرجہ ذیل صورتوں میں تم یہ مطلب کس طرح حاصل کروگے:-

(ا) تار اِنتصابی وضع میں رکھا ہے۔

(ب) تار اُفقی وضع میں رکھا ہے۔

(ج) تار کو موڑ کر گول چکّر بنا لیا گیا ہے۔

۱۵- زمین کے نصف کُرۂ شمالی میں ایک رستہ ایسا ہے کہ مقناطیسی جنوب سے مقناطیسی شمال کی طرف جاتا ہے۔ ایک خاص مقام پہ اِس رستے کے نیچے ایک محفوظ مُوصِل رکھا ہے جس میں برقی رو شرق سے غرب کے رُخ جاری ہے۔ مفصل بیان کرو کہ اِس مُوصِل کے قُرب و جوار میں میلان نما دائرہ کے واردات پر کیا اثر پڑیگا۔

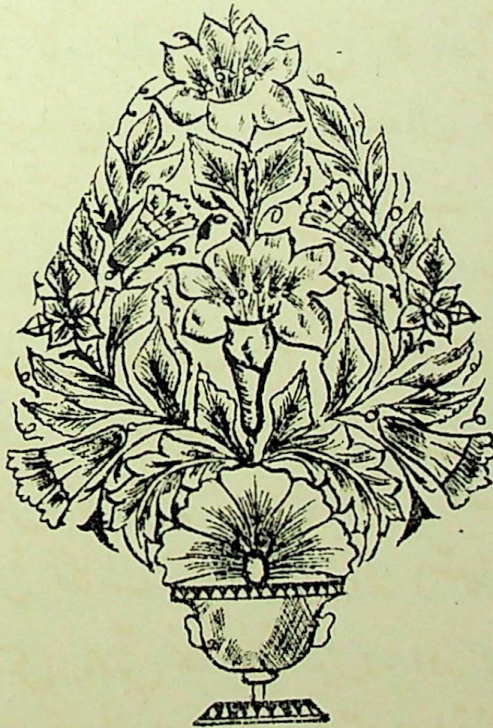
۱۶- ایک تار مقناطیسی نصف النہار کے اعتبار سے شرقاً غرباً رکھا ہے۔ اور اِس میں برقی رو جاری ہے۔ اِس تار کو توڑنے کے بغیر تم اِس بات کا کس طرح سُراغ لگاؤ گے کہ تار میں برقی رو چل رہی ہے اور کس سمت میں چل رہی ہے؟

۱۷- تجربوں سے ثابت کرو کہ برقی رو اور مقناطیس کا ایک دُوسرے پر کیا عمل ہوتا ہے۔

۱۸- مفصل بیان کرو کہ لمبے مستقیم تار میں چلنے والی برقی رو مندرجہ ذیل چیزوں پر کس طرح کا اثر کرتی ہے :—

(ا) مقناطیسی قطب۔

(ب) تار کے قُرب و جوار میں رکھا ہؤا چھوٹا سا مقناطیس جو ہر سمت میں پھر سکتا ہے۔

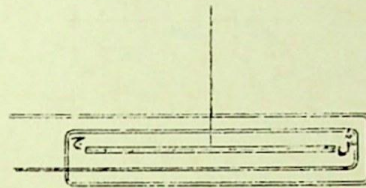
۱۹- تار میں طاقتور برقی رو جاری ہو تو بُھوسے کے ذرّے اِس تار سے چمٹ جاتے ہیں۔ تمہاری رائے میں اِس واقعہ کی کیا توجیہ ہو سکتی ہے ؟

چھٹی فصل

مقناطیسی برق نما اور مقناطیسی برق پیما

رَو کی اِکائی

برقی رَو کا سُراغ اور اُس کا اندازہ ـــ رَو کے حامل تار کا پیدا کیا ہؤا مقناطیسی میدان، قُرب و جوار میں رکھے ہوئے مقناطیس پر جو عمل کرتا ہے اُس کی مدد سے ہم برقی رَو کا سُراغ لگا سکتے ہیں۔ علاوہ بریں چونکہ مقناطیسی میدان کی طاقت، رَو کی طاقت پر موقوف ہے اس لئے یہ بھی ممکن ہے کہ اِسی اُصول سے ہم مختلف رَوؤں کی طاقتوں کا مقابلہ کریں۔ اِس اصول کے رُو سے برقی رَو کا سُراغ لگانے کے لئے جو آلہ استعمال کیا جاتا ہے اُس کو مقناطیسی برق نما کہتے ہیں۔ اور وہ آلہ جو رَو کی طاقت کا اندازہ کرنے میں کام دیتا ہے مقناطیسی برق پیما

کہلاتا ہے۔

سادہ مقناطیسی برق نما (شکل ۵۵) ایک ایسی آزادانہ لٹکتی ہوئی مقناطیسی سُوئی پر مشتمل ہوتا ہے جس کو تار کے کئی چکّر اِس طرح گھیرے ہوئے ہوتے ہیں کہ اُن کی سطح مقناطیسی نصف النہار پر منطبق ہوتی ہے۔ امپیئر کے قاعدہ سے ظاہر ہے کہ سُوئی کے نیچے اور اُوپر جو

شکل ۵۵

مقناطیسی برق نما کا اصول

چکّر کے حصّے ہیں وہ دونوں اِس سُوئی کو ایک ہی سمت میں منصرف کر دینے کا تقاضا کرتے ہیں۔ چکّر کا پیدا کیا ہؤا مقناطیسی میدان چونکہ تمام تاروں کے پیدا کئے ہوئے میدانوں کا حاصل ہے اِس لئے چکّر کے تاروں کی تعداد بڑھا کر حد درجہ کی کمزور رَو کا بھی ہم سُراغ لگا سکتے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ رَو کے پیدا کئے ہوئے خطوطِ قوت اِس آلہ میں چکّر کی سطح پر علی القوائم ہونگے۔ اور اِس لئے اُن کا تقاضا یہ ہوگا کہ سُوئی کو نصف النہار پر علی القوائم کر دیں۔

لیکن اِس بات کو بھی نگاہ میں رکھنا چاہئے کہ زمین کا مقناطیسی میدان سُوئی کو مقناطیسی نصف النہار میں رکھنے کا متقاضی ہے۔ اِس لئے سُوئی کا انصراف اِن دو قوتوں کی اِضافی مقداروں پر موقوف ہے۔ سُوئی کے ساتھ اگر ایک اُفقی نمائندہ اُستوارانہ جوڑ دیا جائے اور اِس کے نیچے ایک مدوّر پیمانہ لگا دیا جائے تو اِس سے ہم نہایت صحت کے ساتھ اِنصراف کی مقدار معلوم کر سکتے ہیں۔

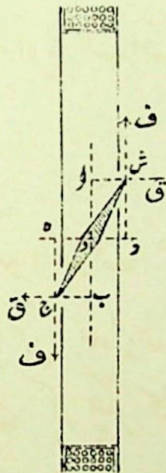
تجربہ ۵۴ — سادہ مقناطیسی برق نما۔

کاغذی پٹھے کی ایک تنگ پتّی کو شکنجہ میں اُفقاً کس دو کہ وہ کمپاسی سُوئی کے لئے سہارے کا کام دے سکے۔ پھر تانبے کے ایک سُوت میں لپٹے ہوئے لمبے اور باریک تار کے ذریعہ وولٹائی خانہ کے قُطبوں کو مِلاؤ اور اِس تار کے ایک حصہ کو مقناطیسی نصف النہار کی سطح میں رکھ کر سُوئی کے عین اُوپر اور قریب لاؤ۔ پھر اِنصراف کو دیکھ لو اور تار کو اِسی وضع میں سُوئی کے اُوپر رکھ کر اُس کے باقی حصہ کو لوٹا کر سُوئی کے عین نیچے لاؤ۔ دیکھو اب اِنصراف پہلے سے زیادہ ہے۔ اِسی طرح سُوئی کے گرد تار کا ایک اَور چکّر بناؤ۔ دیکھو اب اِنصراف اَور زیادہ ہو گیا۔ تار کو اِسی طرح لپیٹتے جاؤ اور اِس بات کو بھی دیکھتے جاؤ کہ جُوں جُوں چکّر کے تاروں کی تعداد بڑھتی ہے سُوئی کا اِنصراف بھی بڑھتا جاتا ہے۔

اِنصراف کی مقدار رَو کے پیدا کئے ہوئے مقناطیسی میدان اور زمین کے مقناطیسی میدان کی اِضافی طاقتوں سے

مشخّص ہوتی ہے۔ رو کے پیدا کئے ہوئے مقناطیسی میدان کا تقاضا یہ ہے کہ سُوئی مقناطیسی نصف النہار پر علی القوائم ہو جائے اور زمین کا مقناطیسی میدان اِس امر کا متقاضی ہے کہ سُوئی مقناطیسی نصف النہار میں رہے۔

شکل ۵۶ء پر غور کرو۔ اِس میں تار کے ایک مدوّر چکّر کی اُفقی تراش دکھائی گئی ہے جو چکّر کے مرکز میں سے گزرتی ہے۔ اِس چکّر کے مرکز پر چھوٹی سی مقناطیسی سُوئی ش ج ایک نوک پر رکھی ہے۔ اگر زمین کے مقناطیسی میدان کی طاقت ف، رو کے مقناطیسی میدان کی طاقت ق، اور سُوئی کی مقناطیسی قطبی طاقت م ہو تو ش اور ج پر عمل کرنے والی قوتیں م × ف اور م × ق ہونگی۔ قوتوں کے یہ دونوں جوڑے سُوئی کو متضاد سمتوں میں پھرانے کا تقاضا کرتے ہیں اور سُوئی آخرِکار ایسی وضع میں سکون اختیار کرتی ہے کہ سُوئی کے مرکز کے گرد اِن قوتوں کے معیار مساوی اور متضاد ہو جاتے ہیں۔ یعنی اِس وضع میں :-

شکل ۵۶ء

مقناطیسی برق پیما کا اصول

قوت م ف کا معیار = قوت م ق کا معیار

یا م ف × دو = م ق × ا و

بناء بریں م ق = م ف × $\frac{\text{ود}}{\text{وا}}$

= م ف × $\frac{\text{ان}}{\text{وا}}$

= م ف × زاویہ ا و ن کا مماس

یا زاویۂ انصراف کا مماس = $\frac{\text{م ق}}{\text{م ف}}$

= $\frac{\text{ق}}{\text{ف}}$

دیکھو انصراف سُوئی کی مقناطیسی قطبی طاقت سے آزاد ہے۔

اِس ضابطہ کے استنباط میں ہم نے یہ بات فرض کرلی ہے کہ چکّر کا مقناطیسی میدان ہر جگہ ہموار ہے۔ لیکن حقیقت میں اُس کی ہمواری صِرف ذرا سی جگہ میں چکّر کے مرکز کے گِرد محدود ہے۔ اِس لئے یہ ضابطہ صِرف اِس حالت میں صحیح ہو سکتا ہے کہ مقناطیس نہایت چھوٹا سا ہو۔

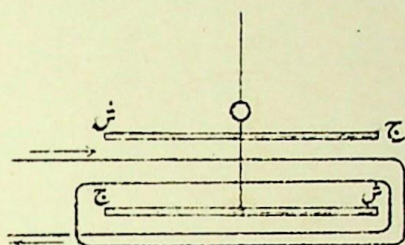
مقناطیسی برق پیما کی حسّاسیت —— مقناطیسی برق پیما کی حسّاسیت سے یہ مُراد ہے کہ کسی معلوم برقی رَو سے کِتنا اِنصراف پیدا ہوتا ہے۔ نہایت کمزور رَو سے جتنا زیادہ انصراف پیدا ہو اُتنی ہی مقناطیسی برق پیما کی حسّاسیت زیادہ ہوگی۔

شکل ۵۶ سے ظاہر ہے کہ زمین کے مقناطیسی میدان کی اُفقی قوت گھٹا دینے سے حسّاسیت بڑھ جاتی ہے۔ اِس اُفقی قوت کو ہم سُوئی کے قریب مناسب مقام پر سلاخی مقناطیس رکھ کر گھٹا سکتے ہیں۔

مقناطیسیت کے رسالہ میں شکل ۲۲ کو دیکھو۔ اِس شکل سے ظاہر ہے کہ مقناطیسی برق پیما کی سُوئی اگر زمین اور مقناطیس کے میدانِ حاصل میں کسی ایک تعدیلی نقطہ کے محل پر رکھی ہو تو وہ ہر سمت میں سکون اختیار کر سکیگی۔ پھر اگر مقناطیس کو آلہ سے ذرا پرے ہٹا دینگے تو آلہ زمین کی مقناطیسی قوتوں کے زیرِ اثر ہوگا۔ لیکن چونکہ مقناطیس کی قوتیں بھی موجود ہیں اِس لئے یہ زمین کی مقناطیسی قوتیں اُس حالت کے مقابلہ میں جب کہ مقناطیس بالکل موجود نہ ہو کمزور ہونگی۔ رسالۂ مذکورہ میں شکل ۲۲ (ب) اِس بات کی بخوبی توضیح کرتی ہے کہ مقناطیس کو مقناطیسی برق پیما کے نیچے یا اُوپر یا سامنے یا پیچھے اِنتصابی وضع میں رکھ کر یہ مطلب کس طرح حاصل کر سکتے ہیں۔ اور شکل ۲۲ (ا) سے یہ واضح ہوتا ہے کہ اِس مطلب کو حاصل کرنے کے لئے ہم مقناطیس کے محور کو سُوئی کے خطِ محور کے اِستواء میں اِس طرح رکھ سکتے ہیں کہ مقناطیس کا جنوب نما قطب شمال کی طرف رہے۔

اچل مقناطیسی برق پیما — مقناطیسی برق پیما

کی حسّاسیت بڑھانے کا ایک قاعدہ یہ ہے کہ اِس میں واحد
سُوئی کی بجائے سُوئیوں کا اپل جوڑا استعمال کیا جائے۔ جب
اِس آلہ میں یہ تدبیر اختیار کی جاتی ہے تو اِس کو اپل
مقناطیسی برق پیما کہتے ہیں۔ اگر دونوں مقناطیسی سُوئیاں
عین مساوی طاقت اور مساوی جسامت کی ہوں تو وہ
قوت جو ایک سُوئی کو مقناطیسی نصف النہار میں لے آنے
کا تقاضا کرتی ہے دُوسرے مقناطیس پر عمل کرنے والی قوت
سے اُس کی تعدیل ہو جاتی ہے۔ اور اِس طرح یہ اپل
جوڑا ہر وضع میں سکون اختیار کر سکتا ہے۔ دو عین مشابہ
مقناطیس حاصل کر لینا عملاً ناممکن ہے۔ اِس لئے اپل جوڑا
اُس مقناطیس کی قوت کے زیرِ اثر جو دونوں میں زیادہ طاقتور
ہوتا ہے مقناطیسی نصف النہار میں آ جاتا ہے۔ اِن واقعات
سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اپل جوڑے کا حال حقیقت میں
عین اُس مقناطیس کا سا ہے جس کی قطبی طاقت اِس
جوڑے کے مقناطیسوں کی قطبی طاقتوں کے فرق کے برابر
ہو۔ اور جب یہ حال ہو تو ظاہر ہے کہ اِس صورت
میں زمین کی اُفقی مقناطیسی قوت بہت کم ہوگی۔ علاوہ بریں
اگر تار کا چکّر اِس طرح رکھا جائے کہ اُس کا اُوپر والا حصہ
دونوں سُوئیوں کے درمیان (شکل ۵۷) رہے تو اُوپر والی
سُوئی کا تقاضا یہ ہوگا کہ نیچے والی سُوئی کا اِنصراف
زیادہ ہو جائے۔ کیونکہ ایمپیری کے قاعدہ سے چکّر کے

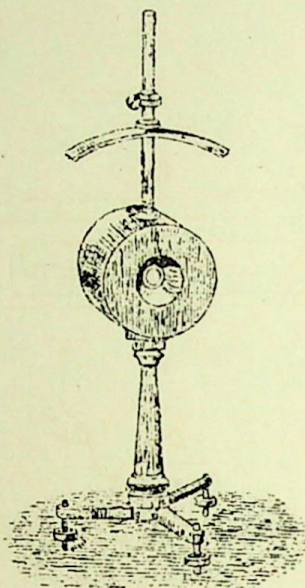
اُوپر والے حصّہ کی رَو کے باعث اُوپر والی سُوئی کا اِنصراف

شکل ۵۷

اچل مقناطیسی برق پیما کا اصول

اُسی سِمت میں ہونا چاہئے جس سِمت میں' حصّۂ مذکور
کے نیچے رکھی ہوئی معکوس سُوئی کو اِنصراف ہوتا ہے۔

آئینہ دار مقناطیسی برق پیما ——— اصول کے
اعتبار سے یہ آلہ بعینہٖ مقناطیسی برق نما ہے۔ صِرف
اِتنا فرق ہے کہ اِس میں' مقناطیسی برق نما کے نمائندہ
اور مدوّر پیمانہ کے مقابلہ میں' اِنصراف کو زیادہ صحت کے
ساتھ پڑھ لینے کا انتظام ہوتا ہے۔ اِس مطلب کے لئے
سُوئی کے ساتھ ایک چھوٹا سا مدوّر آئینہ لگا دیا جاتا ہے۔
اِس آئینہ پر نور کی شعاع آتی ہے اور منعکس ہو کر آلہ سے
کچھ فاصلہ پر رکھے ہوئے' کاغذ کے اُفقی پیمانہ پر پڑتی ہے۔
اِس طرح سُوئی کا غیر محسوس سا اِنصراف بھی پیمانہ پر بخوبی

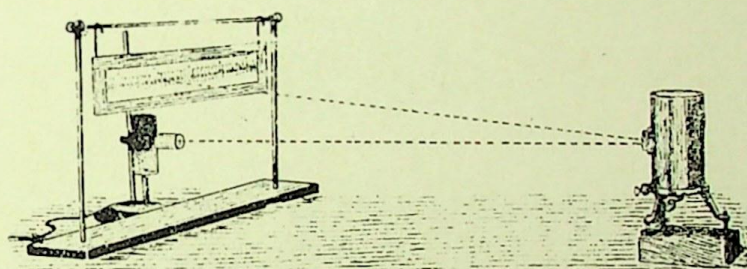
محسوس ہو سکتا ہے۔ کیونکہ سوئی کا ذرا سا اِنصراف بھی

شکل ۵۸

آئینہ دار مقناطیسی برق پیما

پیمانہ پر منعکس شعاع کو اچھی خاصی حرکت دے دیتا ہے۔

اِس نمونہ کا آلہ (شکل ۵۸) تانبے کے' ریشم میں لپٹے ہوئے' باریک تار کے بہت سے مدوّر چکّروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ اِن چکّروں کے مرکز پر ریشمی ریشہ کے ساتھ لٹکا ہؤا مدوّر آئینہ ہوتا ہے۔ آئینہ کی پُشت پر گھڑی کی فُولادی کمانی کے تین چار چھوٹے چھوٹے مقنائے ہوئے ٹکڑے لگے رہتے ہیں۔ آلہ کے اُوپر اِنتصابی اِستادہ پر ایک ضابط مقناطیس

رکھا جاتا ہے۔ اِس مقناطیس کو اِستادہ پر حسبِ ضرورت ترتیب دے سکتے ہیں۔

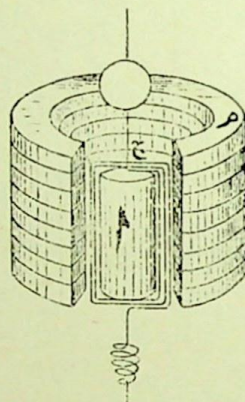
شکل ۵۹ میں یہ بات دکھائی گئی ہے کہ اِس آلہ کے ساتھ لمپ اور پیمانہ کس طرح استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ نور کی شعاع اِس صورت میں ایک ایسے نمائندہ کی قائم مقام ہے جس کا طول آئینہ اور پیمانہ کے درمیانی فاصلہ کا دو چند ہو۔ اِس شکل میں نور کی شعاع ایک برقی لمپ سے

شکل ۵۹

آئینہ دار مقناطیسی برق پیما' لمپ' اور پیمانہ

حاصل کی گئی ہے جو ایک ایسے دھاتی غلاف میں رکھا ہے جس کے ساتھ ایک اُفقی نلی لگی ہوئی ہے۔ اِس نلی کو حسبِ ضرورت ترتیب دے سکتے ہیں۔ اِس کے مُنہ پر ایک عدسہ لگا رہتا ہے۔

نور کی شعاع آئینہ پر پڑتی ہے اور وہاں سے منعکس ہوکر پیمانہ پر آتی ہے۔ عدسہ کی سطح پر ایک

نہایت نازک اِنتصابی خط کِھنچا ہوتا ہے۔ اِس خط کے خیال کو ماسکہ پر لاکر سُوئی کے اِنصراف کا مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ آئینہ عام طور پر مقعّر ہوتا ہے۔ اِس لئے خطِ مذکور کا خیال کسی معاوِن عدسہ کے بغیر ماسکہ پر لایا جا سکتا ہے۔

معلّق چکّر والا مقناطیسی برق پیما —— رو کے حامِل مُوصِل پر، پاس رکھا ہُوا مقناطیس جو عمل کرتا ہے اُس کی بناء پر بھی ایک مقناطیسی برق پیما تیار کیا گیا ہے جو کئی طرح سے قابلِ ترجیح ہے۔ اِس کا وہ نمونہ جو ڈارسنوال[۱] کے نام سے منسوب ہے سب سے زیادہ عام ہے۔ اِس میں مقناطیسی میدان ایک

شکل ۶۰ معلّق چکّر والا مقناطیسی برق پیما

ایسے اُستوانہ نما مقناطیس م (شکل ۶۰) سے حاصل ہوتا ہے جو سخت فولاد کے مقناطیسے ہوئے حلقوں سے بنایا جاتا ہے۔ اِس مقناطیس کے اندر مستطیل چکّر ج ایک

[۱] D' Arsonval

ایسی تنی ہوئی پتّی پر لٹکتا رہتا ہے جو فاسفورس (Phosphorus) قلعی اور تانبے کو ملا کر تیار کی جاتی ہے۔ چکّر میں برقی رَو اِسی پتّی کے رستے آتی ہے۔ اور ایک نہایت باریک مرغولہ دار کمانی کے رستے باہر جاتی ہے۔ اِس کمانی کا نیچے والا سرا آلہ کے پایہ پر انتہائی پیچ سے جوڑ دیا جاتا ہے۔

اِس آلہ کو یوں ترتیب دیتے ہیں کہ جب برقی رَو بند ہوتی ہے تو چکّر کی سطح مقناطیسی خطوطِ قوت کی متوازی رہتی ہے۔ جب برقی رَو جاری ہوتی ہے تو چکّر میں کے ہر تار کے اِنتصابی پہلوؤں پر قوت عمل کرتی ہے۔ اور چونکہ یہ دونوں طرف عمل کرنے والی قوتیں متضاد سِمتوں میں عمل کرتی ہیں اِس لئے اِن سے قوتوں کا جُفت بن جاتا ہے جس کا تقاضا یہ ہوتا ہے کہ چکّر کو گھما کر اُس کی سطح کو خطوطِ قوت پر علی القوائم کر دے۔ مروڑ اِن معلّقات کی گردش کی مزاحم ہوتی ہے۔ اور اِس مروڑ سے جو واپس لے آنے کی قوت پیدا ہوتی ہے وہ اُس زاویہ کی متناسب ہوتی ہے جس میں معلّقات کا نیچے والا سِرا گھوم جاتا ہے۔

اِس سے ظاہر ہے کہ اگر مقناطیسی میدان چکّر کے حیزِ حرکت کے اندر اندر ہموار ہو اور چکّر کے اِنتصابی محور کے ساتھ قُطر دار بھی ہو تو مقناطیسی قوتوں کے پیدا کئے

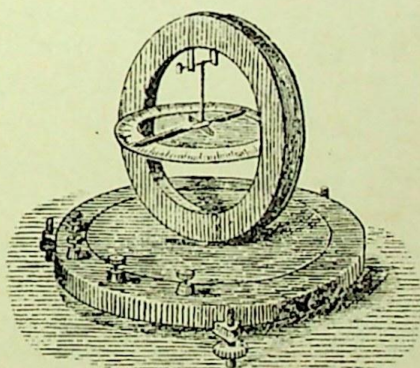
ہوئے جُفت کا معیارِ اثر بھی چکّر کے زاویۂ انصراف کا متناسب ہوگا۔ اور اِس لئے رَو بھی اِسی زاویہ کی متناسب ہوگی۔ مقناطیسی میدان کی ہمواری اور قطروار سمت یہ دونوں باتیں نرم لوہے کے اُستوانہ ا کے ذریعہ حاصل ہوتی ہیں۔ یہ اُستوانہ مقناطیس کے قطبی پہلوؤں کے درمیان رکھا ہوتا ہے۔ مقناطیس کے قطبی پہلو منحنی بنائے جاتے ہیں اور ا کے محور کے ساتھ متّحدالمرکز ہوتے ہیں۔ علاوہ بریں اِن کی جتنی حیثیت شکل ۶۰ میں دکھائی گئی ہے واقعہ میں اِس سے زیادہ چوڑے بنائے جاتے ہیں۔ اِس نمونہ کے مقناطیسی برق پیما کے لئے موٹے موٹے وجوہِ ترجیح حسبِ ذیل ہیں:-

(ا) اِنصراف پر خارجی مقناطیسی میدانوں کا اثر نہیں ہوتا۔

(ب) چونکہ چکّر کی صِفری وضع اُس مقناطیسی میدان کی سمت پر موقوف نہیں جس میں وہ معلق ہوتا ہے اِس لئے اِس آلہ کو ہر سمت میں رکھ سکتے ہیں۔

مماسی مقناطیسی برق پیما —— اِس مطلب کے لئے کہ مقناطیسی برق پیما پر کلیۂ مماس جاری ہوسکے ضروری ہے کہ ضابطِ قوت ہموار مقناطیسی میدان کا نتیجہ ہو اور چکّر کی برقی رَو کا پیدا کیا ہؤا میدان بھی سُوئی کے حیزِ حرکت کے اندر اندر ہموار ہو۔ اگر چکّر مدوّر اور وسیع ہو تو اِس میں چلنے والی برقی رَو کا پیدا کیا ہؤا میدان

اِس کے مرکز پر اچھا خاصا ہموار ہوتا ہے۔ بناء بریں مدوّر چکّر کے مرکز پر اگر نہایت چھوٹی سی مقناطیسی سُوئی معلّق کی جائے اور چکّر کی سطح مقناطیسی نصف النہار میں ہو تو کُلیۂ مماس کے اِجرا کے لئے جو شرائط ضروری ہیں وہ سب پُورے ہو جائینگے۔ اِس قسم کے آلہ کو مماسی مقناطیسی برق پیما کہتے ہیں۔

شکل ۶۱ پر غور کرو۔ اِس میں ایک ایسا مماسی مقناطیسی برق پیما دکھایا گیا ہے جو سادہ تجربوں کے لئے بہت موزون ہے۔ اِس آلہ میں تین جُداگانہ چکّر ہیں جو آلہ کے مدوّر چوبی حلقہ پر لپٹے ہوئے ہیں اور آلہ کے پایہ پر لگے ہوئے جُداگانہ پیچ بندوں سے جوڑ دیئے گئے ہیں۔ اچھی خاصی طاقت کی رو کے ساتھ استعمال کرنے کے لئے

شکل ۶۱
مماسی مقناطیسی برق پیما

ایک چکّر اگر تانبے کے تین چار موٹے تاروں پر مشتمل ہو تو کافی ہے۔ باقی دو چکّر کمزور رَو کے ساتھ استعمال کرنے کے لئے علی الترتیب تانبے کے پچاس اور سَو باریک تاروں پر مشتمل ہو سکتے ہیں۔ چکّر کے مرکز پر ایک مدوّر اُفقی پیمانہ لگا دیا جاتا ہے۔ اور ایک (۲ سمر لمبی) مقناطیسی سُوئی اَنبٹے ریشم کے واحد ریشہ کے ساتھ باندھ کر پیمانہ کے مرکز کے عین اُوپر لٹکا دی جاتی ہے۔ سُوئی کے مرکز پر ایک نمائندہ لگا ہوتا ہے جو سُوئی کے محور پر علی القوائم رہتا ہے۔ نمائندہ بنانے کے لئے اگر الومینیم (Aluminium) کی پتلی سی چادر کی پتّی لے لی جائے اور جیسا کہ شکل ۹۱ میں دکھایا گیا ہے اِس پتّی کو مرکز کے دونوں طرف ذرا سا موڑ لیا جائے تو بہت مناسب ہے۔

جب سُوئی منصرف ہوتی ہے تو ریشمی ریشہ کے استعمال سے آلہ میں مروڑ کا جُزو بھی داخل ہو جاتا ہے۔ لیکن اگر مقناطیس نہایت خفیف طور پر مقنایا ہُوا نہ ہو تو اِس مروڑ کی پیدا کی ہوئی ضابط قوت، زمین کے مقناطیسی میدان کی قوت کے مقابلہ میں بہت کم ہوتی ہے۔ تاہم اِس میں شک نہیں کہ اِس سے آلہ ناقص ہو جاتا ہے۔ ہاں اگر سُوئی، لٹکانے کی بجائے، پیمانہ کے مرکز پر انتصاباً گڑی ہوئی دھاتی نوک، پر رکھ دی جائے تو البتہ یہ نقص بخوبی رفع ہو سکتا ہے۔ سُوئی کو ہوا کے جھونکوں سے محفوظ رکھنے کے

ئے آلہ شیشہ کے غلاف میں رکھا جاتا ہے۔

مُنصرف کرنے والی قوت (ق) چکّر کے مرکز کے قریب رَو کی طاقت ر، تار کے طول ط اور مقناطیس کی قطبی طاقت م کی متناسب ہوتی ہے۔ اور تار اور قطب کے درمیانی فاصلہ ن کے ساتھ معکوس تناسب رکھتی ہے۔ اگر چکّر کا نصف قُطر ن ہو اور چکّر صرف ایک تار پر مشتمل ہو تو ظاہر ہے کہ

تار کا طول = ۲ ن × ۲۲

بناءبریں ق = $\frac{ر \times ۲ ۲۲ ن \times م}{ن^۲}$

= $\frac{ر \times ۲۲۲ \times م}{ن}$

لیکن قوت ق = میدان کی حدّت ق × قطبی طاقت م

لہذا ق = $\frac{ق}{م}$

= $\frac{۲۲۲ ر}{ن}$

اب اگر چکّر میں تاروں کی تعداد ع ہو تو

$$ق = \frac{۲\pi ع ر}{ن}$$

مماسی مقناطیسی برق پیما سے رَووں کا مقابلہ —

تم پہلے دیکھ چکے ہو کہ اگر رَو کے حامِل مدوّر چکّر کے مرکز پر مقناطیسی میدان کی حِدّت ق، زمین کے مقناطیسی میدان کی اُفقی حِدّت ف، اور زاویۂ اِنحراف ذ ہو تو

$$ق = ف \; مس \; ذ$$

لیکن تقریرِ بالا کے رُو سے

$$ق = \frac{۲\pi ع ر}{ن}$$

لہذا

$$\frac{۲\pi ع ر}{ن} = ف \; مس \; ذ$$

یا

$$ر = \frac{ن ف}{۲\pi ع} \; مس \; ذ$$

اِس مساوات سے ظاہر ہے کہ رَو کی طاقت، زاویۂ اِنصراف کے مماس کی متناسب ہے۔ اِس لئے مختلف رَوؤں کو باری باری سے مماسی مقناطیسی برق پیما میں گزار کر اور زاویۂ اِنصراف کو دیکھ کر ہم اِن رَوؤں کا مقابلہ کر سکتے ہیں۔ اِن زاویوں کے مماسوں کی عددی قیمتیں ریاضی کی فہرستوں سے مِل سکتی ہیں۔

اِس آلہ کے استعمال میں تین باتوں سے غلطی پیدا ہو سکتی ہے:—

(ا) اختلافِ منظر۔ اِنصراف پڑھنے کے وقت آنکھ اِنتصاباً نمائندہ کے اُوپر ہونی چاہئے۔ اِس مطلب کی توثیق کے لئے کاغذ کا مدوّر پیمانہ ایک مسطّح آئینہ پر چڑھا دینا چاہئے اور کاغذ کا مرکزی حصہ کاٹ دینا چاہئے۔ پھر آنکھ کو مشاہدہ کے وقت اِس طرح رکھنا چاہئے کہ نمائندہ کا جو سِرا زیرِ مشاہدہ ہے آنکھ کا خیال اُس کے عین نیچے آ جائے۔

(ب) ممکن ہے کہ لٹکانے والا ریشہ مدوّر پیمانہ کے مرکز پر منطبق نہ ہو۔ اِس نقص سے پیدا ہونے والی غلطیوں کا اِس طرح اِزالہ ہو سکتا ہے کہ نمائندہ کے دونوں سِروں کو دیکھ کر مشاہدوں کا اوسط لے لیا جائے۔

(ج) ممکن ہے کہ مقناطیس کا محور، اور چکّر کی سطح، مقناطیسی نصف النہار پر منطبق نہ ہوں —

اِن میں پہلی غلطی کا اِمکان تو غالباً لٹکانے والے ریشہ کی مروڑ سے پیدا ہوتا ہے۔ اِن غلطیوں کو زائل کرنے کے لئے ایک بار رو کی سمت اُلٹ کر بھی تجربہ کر لینا چاہئے اور پھر اِس طرح جو چار مشاہدے حاصل ہوں اُن کا اوسط لینا چاہئے۔

رو کی مطلق اِکائی —— یہاں تک جو کچھ بیان ہُوا ہے اُس میں رو کی طاقت کو ہم علامت ر سے تعبیر کرتے آئے ہیں۔ اور ظاہر ہے کہ جب تک رو کی طاقت کے لئے کوئی اِکائی مقرر نہ ہو جائے اُس وقت تک اِس علامت سے کسی عددی قیمت کا مفہوم ہونا ممکن نہیں۔ اِس مطلب کے لئے جو مطلق اِکائی اِجماعِ عام سے مقرر کر لی گئی ہے وہ رقم $\frac{۲\pi ر}{ن}$ پر موقوف ہے۔ اور تم دیکھ چکے ہو کہ یہ رقم اُس مقناطیسی میدان کی حِدّت کو تعبیر کرتی ہے جو واحد تار کے مدوّر چکّر کے مرکز پر پیدا ہوتا ہے۔

اگر رو کو یوں فرض کر لیا جائے کہ اُس نے برقی دَور کا اِتنا حِصّہ طے کیا ہے جو کُل محیط کے $\frac{۱}{۲\pi}$ (یعنی چکّر کے نصف قُطر) کا مساوی ہے تو اِس صورت میں چکّر کے مرکز پر میدان کی حِدّت $\frac{ر}{ن}$ ہوگی۔ اور اگر چکّر کا نصف قطر ۱ سم ہو تو ظاہر ہے کہ میدان کی حِدّت ر اِکائیوں کے برابر ہو جائیگی۔ اِس سے ظاہر ہے کہ

جب میدان کی حِدّت اِکائی ہوگی تو ر کی قیمت بھی اِکائی ہوگی۔ پس اِکائی رَو کی تعریف حسبِ ذیل ہو سکتی ہے:۔

اگر برقی دَور کے اسم طول کو موڑ کر اسم نصف قُطر کی قوس بنا لی جائے اور یہ قوس اپنے مرکز پر رکھے ہوئے اِکائی مقناطیسی قطب پر ایک ڈائین کی قوت سے عمل کرے تو اِس صورت میں برقی رَو کی طاقت ایک اِکائی ہوگی۔

رَو کی "عملی" اِکائی جسے اَمپیری (Ampere) کہتے ہیں اِس مطلق اِکائی کے $\frac{1}{10}$ کے برابر ہے۔

مقدار کی اِکائی ــــــ برقی رَو میں جو برق چلتی ہے اُس کی اِکائی سے وہ مقدار مُراد ہے جس کو ہموار رَو کی ایک اِکائی ایک ثانیہ میں لے جاتی ہے۔ اِس بناء پر مقدار کی "عملی" اِکائی جسے کُولمب (Coulomb) کہتے ہیں برق کی اُتنی مقدار ہے جس کو ایک اَمپیری کی رَو ایک ثانیہ میں لے جاتی ہے۔

ماسی مقناطیسی برق پیما کا تحویلی جزُ ــــ تم دیکھ چکے ہو کہ ماسی مقناطیسی برق پیما میں

$$ر = \frac{ن ف}{۲ \pi ۲} مس ز$$

جس میں ما مطلق اکائیوں میں رو کی تعبیر ہے۔ اگر رو کو امپیریوں سے تعبیر کیا جائے تو چونکہ امپیری مطلق اکائی کا $\frac{۱}{۱۰}$ ہے اس لئے

$$\text{ما} = \frac{\text{۱۰ ن ف}}{\text{۲}\pi\text{ ع}} \text{ مس ذ}$$ امپیریاں

اگر ف ، ن ، اور ع ، کی قیمتیں معلوم ہوں تو مقدار $\frac{\text{۱۰ ن ف}}{\text{۲}\pi\text{ ع}}$ کو ہم اس آلہ کے لئے مستقل مقدار تصور کر سکتے ہیں۔ اور پھر مس ذ کو اس مقدار کے ساتھ ضرب دینے سے آلہ میں سے گزرنے والی رو کی طاقت معلوم ہو سکتی ہے۔ مقدار $\frac{\text{۱۰ ن ف}}{\text{۲}\pi\text{ ع}}$ اس آلہ کا تحویلی جز کہلاتی ہے۔ اس مقدار کو ہم بالالتزام علامت ح سے تعبیر کرینگے۔ بناء بریں

$$\text{ما} = \text{ح مس ذ}$$

ح کی قیمت ہم بلا واسطہ ف ، ن ، اور ع ، کی تخمین سے معلوم کر سکتے ہیں۔ اور بالواسطہ اُن برقی کیمیائی قاعدوں سے معلوم کر سکتے ہیں جن کا ذکر آگے چل کر آئیگا۔

چھٹی فصل کی مشقیں

۱۔ مماسی مقناطیسی برق پیما کی ساخت اور اُس کا طریق

عمل بیان کرو۔

۲۔ مفصل بیان کرو کہ مماسی مقناطیسی برق پیما کی سُوئی کا انصراف سُوئی کی قطبی طاقت سے کیوں آزاد ہوتا ہے۔

۳۔ مقناطیسی برق پیما کی حسّاسیت سے کیا مُراد ہے؟ آلات مندرجہ ذیل کی حسّاسیت بڑھانے کے لئے چند قاعدے بیان کرو:—

(ا) اچل مقناطیسی برق پیما۔

(ب) آئینہ دار مقناطیسی برق پیما۔

۴۔ اچل مقناطیسی برق پیما اور مماسی مقناطیسی برق پیما کی ضابط قوتیں ایک دُوسری سے کس طرح کا اختلاف رکھتی ہیں۔ مفصل بیان کرو کہ اچل مقناطیسی برق پیما پر مماسی کُلیہ کیوں جاری نہیں ہوتا۔

۵۔ کسی حسّاس مقناطیسی برق پیما کے عمل کی توجیہ کرو اور بتاؤ اِس آلہ میں کون سے اجزا حسّاسیت کے مُمِد ہیں۔

اگر تجربہ میں تمہیں یہ معلوم ہو کہ انصراف پیمانہ کی بساط سے زیادہ ہے تو اِس مقناطیسی برق پیما کی حسّاسیت کو تم کس طرح کم کرو گے؟

۶۔ مفصل بیان کرو کہ واحد سُوئی والے مقناطیسی برق پیما کے قریب مناسب مقام پر مقناطیس رکھ کر اِس برق پیما کی حسّاسیت کو بڑھا لینا ممکن ہے۔ خاکہ بنا کر دکھاؤ کہ اِس مقناطیس کو کس طرح رکھنا چاہئے تاکہ اِس کو حرکت دینے سے

آلہ کی حساسیت میں آسانی سے تغیر پیدا ہوسکے۔ خاکہ میں اِس بات کا بھی نشان کرو کہ جب اِس آلہ کی حساسیت، اِمکان کی اِنتہا پر پہنچی ہوئی ہوگی تو مقناطیس کے قطب کس وضع میں ہونگے۔

۷- ایک معلوم مماسی مقناطیسی برق پیما کا چکّر ایک اِنتصابی محور کے گرد گروش کر سکتا ہے بحالیکہ اِس کا پیمانہ، جس سے اِنصراف دیکھتے ہیں، ثابت رہتا ہے۔ چکّر میں چلنے والی رَو اگر مستقل رہے تو مفصل بیان کرو کہ چکّر کو اُس کی ابتدائی وضع سے جو مقناطیسی نصف النہار کے مطابق ہے متسلسل ۳۶۰° تک گھمانے میں سوئی کے اِنصراف پر کیسے کیسے تغیر وارد ہونگے۔

۸- رَو کی مطلق اِکائی کی تعریف کرو اور مفصل بیان کرو کہ یہ تعریف مماسی مقناطیسی برق پیما کے بنیادی اصول سے کس طرح حاصل کی گئی ہے۔

۹- مماسی مقناطیسی برق پیما کا چکّر ۳۰ تاروں پر مشتمل ہے جن کا نصف قُطر بالاوسط ۸ سم ہے۔ اگر زمین کے مقناطیسی میدان کی اُفقی حِدّت ۰٫۳۶ اِکائی ہو تو اِس آلہ کا تحویلی جُز کیا ہوگا؟

۱۰- ایک مماسی مقناطیسی برق پیما ایسے مقام پر رکھا ہے کہ وہاں زمین کے مقناطیسی میدان کی اُفقی حِدّت ۰٫۳۶ اِکائی ہے۔ اور ۰٫۱ امپیری کی رَو اِس آلہ میں ۲۰° کا اِنصراف پیدا کرتی ہے۔ اگر آلہ ایسے مقام پر ہو جہاں زمین کے مقناطیسی میدان کی حِدّت ۰٫۳۲ اِکائی ہے تو وہاں اِتنا ہی

اِنصراف پیدا کرنے کے لئے کتنی طاقت کی رَو درکار ہوگی؟

۱۱- دو مماسی مقناطیسی برق پیما مسلسل ترتیب میں رکھے ہیں اور اِن دونوں میں ایک ہی برقی رَو جاری کی گئی ہے اِس رَو سے ایک آلہ میں °۳۰ کا اِنصراف پیدا ہوتا ہے اور دُوسرے آلہ میں °۶۰ کا۔ اِن مقدمات سے اِن آلوں کے تحویلی اجزا کا تناسب معلوم کرو۔

۱۲- ایک مماسی مقناطیسی برق پیما کا چکّر ۲۰ تاروں پر مشتمل ہے جن کا نصف قُطر بالاوسط ۲۵ سمر ہے۔ اِس آلہ میں اگر ۲.۰ اَمپیری کی رَو چل رہی ہو تو اِس کے چکّر کے مرکز پر مقناطیسی میدان کی حِدّت کیا ہوگی؟

۱۳- مندرجہ ذیل مقدمات سے س گ ث کی اِکائی اور اَمپیریوں میں برقی رَو کی طاقت معلوم کرو:-

چکّر کا نصف قطر	=	۱۲ سمر
چکّر میں تاروں کی تعداد	=	۱۰
سُوئی کا اِنصراف	=	°۴۵
زمین کی اُفقی قوت	=	۰.۳۶

۱۴- مماسی مقناطیسی برق پیما کی سُوئی جب اِس آلہ کے چکّر میں چلنے والی رَو کے عمل سے مُنصرف ہو گئی ہو تو اِس صورت میں سُوئی جن قوتوں یا معیاروں کے زیرِ عمل ہوتی ہے اُن سے بحث کرو۔ اور اِس بحث سے آلۂ مذکور کے کلیۂ عمل کا اِستنباط کرو۔

۱۵- ایک ۶ تاروں کا چکّر جس کے ہر تار کا قطر ا میٹر ہے اپنے مرکز پر رکھی ہوئی کمپاسی سوئی کو ۴۵° میں منصرف کر دیتا ہے۔ اگر ف کی قیمت ۰٫۳۶ س گ ث اکائیاں ہو تو اس تار میں جو رَو چل رہی ہے ایمپیریوں میں اس کی طاقت کیا ہوگی؟

۱۶- دو مماسی مقناطیسی برق پیما مسلسل ترتیب میں رکھے ہیں۔ اور دونوں کے چکّر تانبے کے صرف ایک ایک حلقہ پر مشتمل ہیں۔ ان حلقوں میں سے ایک کا نصف قطر دوسرے کے نصف قطر سے تین گنا ہے۔ اور دونوں میں ایک ہی برقی رَو چل رہی ہے۔ بتاؤ ان دونوں آلوں میں کس کی سوئی کو زیادہ انصراف ہوگا۔ اگر بڑا انصراف ۶۰° ہو تو چھوٹا انصراف کیا ہوگا؟

۱۷- اگر چکّر کا نصف قطر ۱۵ سم ہو اور ۰٫۱ ایمپیری کی رَو سے ۳۰° کا انصراف پیدا کرنا مطلوب ہو تو اس چکّر کو کتنے تاروں پر مشتمل ہونا چاہیئے؟

ف = ۰٫۳۶

ساتویں فصل

قوّت محرکۂ برق اور مزاحمت

اَوْہم[1] کا کُلیہ

قوت محرکۂ برق ———— برق اُس مقام سے جہاں برقی قُوّہ بلند تر ہوتا ہے اُس مقام کی طرف حرکت کا تقاضا کرتی ہے جہاں برقی قُوّہ پست تر ہوتا ہے - اور یہ برق کا اِنتقال اُس چیز کا نتیجہ ہے جسے ہم مذکورۂ بالا مقامات کا اِختلافِ قُوّہ کہتے ہیں - کسی نمونہ کے وولٹائی خانہ میں جب ہم دھاتوں اور سیالوں کو جوڑ دیتے ہیں تو اِس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ایک دھات کا قُوّہ دُوسری دھات کے

[1] Ohm

قوّہ سے بلند تر ہو جاتا ہے - بنابریں جب دھاتی پترے کسی مُوصِل مادّہ، مثلاً دھاتی تار، کے ذریعہ باہم جوڑ دیئے جاتے ہیں تو مُوصِل کے رستے بلند قوّہ والے پترے سے پست قُوّہ والے پترے کی طرف برقی رَو چلنے لگتی ہے - جب تک برقی رَو جاری رہتی ہے برقی قوّتیں برابر کام کرتی رہتی ہیں، اور اِس قسم کے سادہ دَور میں جو ہمارے زیرِ بحث ہے یہ کام واصل تار میں بہ شکل حرارت نمودار ہوتا ہے۔

جس طرح حِیلی کام جو گِرتا ہُوا جسم کرتا ہے جسمِ مذکور کی کمیتِ مادّہ اور اِنتصابی فاصلۂ ہبوط کے حاصِلِ ضرب کا مساوی ہوتا ہے عین اُسی طرح برقی واقعات میں بھی مُوصِل کے اندر جو کام ہوتا ہے وہ اِس مُوصِل میں گزرنے والی مقدارِ برق اور مُوصِل کے سِروں کے اختلافِ قُوّہ کے حاصِلِ ضرب کا مساوی ہوتا ہے - اِس بیان سے مدد لے کر ہم مندرجہ ذیل استدلال سے اِکائی اختلافِ قُوّہ کی تعریف پیدا کر سکتے ہیں :-

مُوصِل میں جو حرارت پیدا ہوتی ہے اُس کو حِیلی مُعادِل کی اِکائیوں یعنی ارگوں سے تعبیر کرنا ضروری ہے - اِس لئے حرارت کی

اِکائیوں کی تعداد کو جُول[۱] کے مُعادِل (۴ء۲ × ۱۰^۷ ارگ) سے ضرب دینا چاہیئے۔ اب اگر پیدا شدہ حرارت گ ارگوں کی مُعادِل ہو اور رَو جو تار میں سے گزری ہے اُس کی مقدارِ برق ر و × وقت کے حاصلِ ضرب سے تعبیر کی جائے تو

گ = (ر × و) × خ

یا خ = گ / ر و

جس میں خ، مُوصل کے سِروں کا اختلافِ قُوّہ ہے۔ بناء بریں

اِکائی اختلافِ قُوّہ سے وہ اختلافِ قُوّہ مُراد ہے جس میں رَو کی ا مطلق اِکائی فی ثانیہ ا ارگ[۲] کام کر رہی ہو۔

یہ اِکائی جو مطلق (یا س گ ث) اِکائی کہلاتی ہے اِتنی خفیف المقدار ہے کہ عملیات کے قابل نہیں۔ اِس لئے سائنس کے علماء نے (پیرس کانگرس ۱۸۸۱ء) عملیات کے لئے اختلافِ قُوّہ کی ایک عملی اِکائی پر اتفاق کر لیا ہے جو ۱۰^۸ مطلق اِکائیوں کے برابر ہے۔ اتفاق کرنے کے وقت یہ ضِعف غالباً

---

[۱] Joul [۲] Erg

اِس لئے اختیار کیا گیا تھا کہ یہ تقریباً دانیالی خانہ کی ق م ب، کے برابر ہے - اور اُس زمانہ میں ق م ب کے معیار کے لئے دانیالی خانہ ہی سب سے زیادہ قابلِ اعتماد سمجھا جاتا تھا - اِس عملی اِکائی کو وولٹ کہتے ہیں -

رَو ق م ب پر موقوف ہے

یہ امر عین قرینِ قیاس ہے کہ تار میں چلتی ہوئی برقی رَو کی طاقت کو تار کے سِروں کے اختلافِ قوّہ یا دُوسرے لفظوں میں مورچہ کی ق م ب پر موقوف ہونا چاہیئے - جب ایک خانہ کی بجائے ہم دو مشابہ خانوں کو مسلسل ترتیب میں جوڑ دیتے ہیں تو گویا برقی دَور میں ق م ب کو دُگنا کر دیتے ہیں - لیکن یہاں اِس بات کو بھی یاد رکھنا چاہیئے کہ اِس صورت میں مزاحمت میں بھی ذرا سا اِضافہ ہو جاتا ہے کیونکہ اِس دُوسرے خانہ سے بھی برقی رَو کو کچھ نہ کچھ مزاحمت ضرور ہوتی ہے - اِس لئے برقی رَو عین دُگنی نہیں ہونے پاتی - ہاں اگر ایسے خانوں کا پیدا کر لینا ممکن ہو جن میں مزاحمت کا کوئی شائبہ نہ پایا جائے تو اِس صورت میں البتہ دو مشابہ خانوں سے پیدا ہونے والی برقی رَو کو خانۂ واحد کی برقی رَو سے دو چند ہونا چاہیئے - بہرکیف ہم کہہ سکتے ہیں کہ

تار میں چلتی ہوئی برقی رو تار کے سروں کے اختلاف قوّہ کی متناسب ہوتی ہے۔

یہ واقعہ جو ہم نے بیان کیا ہے کلیۂ اوہم کے نام سے مشہور ہے۔

تجربہ ۵۵ —— رو کی طاقت۔

ایک بڑے سے بنسنی خانہ کو جرمن سلور (German silver) کے چار میٹر لمبے تار ۲۲ کے ذریعہ مماسی مقناطیسی برق پیما کے کم مزاحمت والے چکّر سے جوڑ دو۔ اور زاویۂ انصراف کو دیکھ لو۔ پھر خانۂ واحد کی بجائے مسلسل ترتیب میں رکھے ہوئے دو مشابہ خانے استعمال کرو اور زاویۂ انصراف کو دیکھو۔ اس کے بعد ان زاویوں کے مماسوں کی عددی قیمتیں نکالو۔ دیکھو دو خانوں سے جو قیمت حاصل ہوتی ہے وہ پہلی قیمت کے مقابلہ میں دو چند ہے۔

کلیۂ اوہم —— اوہم نامی ایک سائنس دان نے ۱۸۲۶ء میں اس موضوع پر تجربے کئے۔ اور ان تجربوں کے نتائج سے مندرجہ ذیل رشتہ پیدا کیا جو اُسی کے نام سے کلیۂ اوہم کہلاتا ہے:—

ہموار تپش کے تار میں رو تار کے سروں کے اختلاف قوّہ کی متناسب ہوتی ہے۔

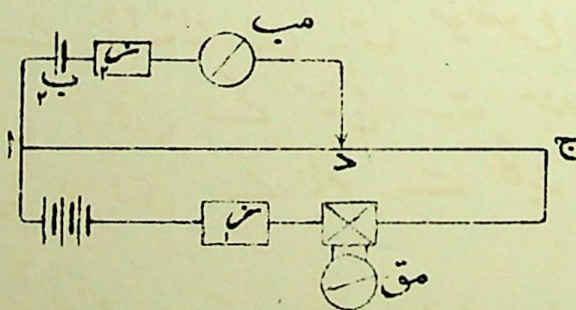
یا دُوسرے لفظوں میں یوں کہو کہ اگر

ب = اختلافِ قوّہ

اور ر = رَو

تو $\frac{ب}{ر}$ = مستقل

نسبت $\frac{ب}{ر}$ کی عددی مقدار، مُوصل کی مزاحمت کا اندازہ ہے - اِس نسبت کا استقلال ہم ذیل کے اصول سے ثابت کر سکتے ہیں:-

رَو کے حامل لمبے باریک تار ا ج (شکل ۶۲) کے دو نقطوں ا اور د کو اگر ایک باریک تار ا ب د کے سِروں سے چُھو لیا جائے تو اِدھر بھی ایک کمزور سی رَو پیدا ہوگی جو اِس باریک تار میں ا سے د کے رُخ جائیگی - اِس رَو کے رستے میں نیز ایک بہت زیادہ مزاحمت کی

شکل ۶۲ - کُلیۂ اوہم کی توضیح

چیز ہے۔ رستے میں ایک حسّاس مقناطیسی برق پیما مب رکھ کر ہم اِس کمزور رَو کا سُراغ لگا سکتے ہیں۔ اِسی دَور میں قوت محرکۂ برق کا ایک اَور مبدأ ب۲ (مثلاً معیاری خانہ) بھی ہم شامل کر سکتے ہیں۔ اور اِس مبدأ کو اِس طرح رکھ سکتے ہیں کہ اِس کی برقی رَو کی سمت' دَورِ مذکور کی سمت کے برخلاف ہو۔ اگر یہ مخالف قوت محرکۂ برق ا اور د کے اختلافِ قوّہ کی پیدا کی ہوئی قوت محرکۂ برق کے برابر ہو تو ظاہر ہے کہ اِس تار میں کوئی برقی رَو نہیں چلیگی اور مب کی سُوئی کو کوئی اِنصراف نہیں ہوگا۔ یہ نقطہ د ہم جانچ سے دریافت کر سکتے ہیں اور ا اور د کے درمیان چلنے والی رَو' دَور میں مماسی مقناطیسی برق پیما مق رکھ دینے سے معلوم ہو سکتی ہے۔

ب۲ کی بجائے اگر دو معیاری خانے استعمال کئے جائیں اور ر مستقل رہے تو تم دیکھو گے کہ مب میں اِنصراف کے عدمِ پیدائش کے لئے ا اور د کے درمیان چلنے والی برقی رَو کی طاقت کو دُگنا کر دینے کی ضرورت ہے۔ اور اگر تین معیاری خانے استعمال کئے جائیں تو اِس صورت میں اِس رَو کی طاقت کو تین گُنا کر دینا

پڑتا ہے جب وہ مطلب حاصل ہوتا ہے۔

تجربہ ۵۶ ——— کُلیۂ اَوہم کی توضیح ——— آلہ کو شکل ۶۲ کی طرح جوڑو اور ن۱ کو اِس طرح ترتیب دو کہ مق میں تقریباً ۱۵° کا اِنصراف پیدا ہو جائے۔ پھر وہ نقطہ د دریافت کرو کہ جب ایک معیاری خانہ استعمال کیا جائے تو صب میں کوئی برقی رَو نہ گزرے۔ اب مق کا اِنصراف پڑھ لو اور ب۲ کی بجائے دو معیاری خانے داخل کرو۔ پھر د پر ا ج سے باریک تار کا تماس کرو اور ن۱ کو یہاں تک گھٹاؤ کہ صب میں اِنصراف کا کوئی شائبہ باقی نہ رہے۔ اب مق کو پڑھو۔ اور پھر یہی تجربہ تین معیاری خانوں سے کرو۔ مشاہدے ذیل کے طور پر لکھتے جاؤ:—

معیاری خانے (ع)	مق کا اِنصراف: شرقی سرا	مق کا اِنصراف: غربی سرا	اوسط اِنصراف	ٹسن زاویۂ اِنصراف	ع / ٹسن زاویۂ انصراف
۱	۱۰° ، ۱۲،۱° → ۱۱،۰۵°	۱۲،۴° ، ۱۰° → ۱۱،۲°	۱۱،۱°	۰،۱۹۶	۵،۱۰۲
۲	۲۰،۵° ، ۲۲،۲° → ۲۱،۳°	۲۲،۸° ، ۲۰° → ۲۱،۴°	۲۱،۳۵°	۰،۳۹۱	۵،۱۱۵

مزاحمت کی مطلق (یاس گ ث)

اِکائی ——— کُلیۂ اَوْہم میں جو رَو ق م ب اور مزاحمت کا قریبی تعلق بیان کیا گیا ہے اُس سے ہم اَور اِکائیوں کی زبان میں مزاحمت کی اِکائی کی تعریف کر سکتے ہیں۔ چنانچہ مزاحمت کی مطلق اِکائی کی تعریف حسبِ ذیل ہو سکتی ہے:-

اگر مُوصِل کے سِروں کا اِکائی اختلافِ قُوّہ مُوصِل میں اِکائی طاقت کی رَو پیدا کرتا ہو تو اِس صورت میں مُوصِل کی مزاحمت اِکائی ہوگی۔

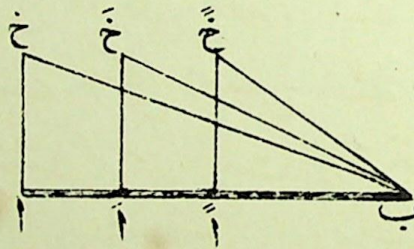
اَوْہم[۵۱] اور اَمپیری[۵۲] ——— چونکہ مزاحمت کی مُطلق اِکائی اِتنی خفیف المقدار ہے کہ عملیات میں کام نہیں دے سکتی اِس لئے علماء نے (پیرس کانگرس ۱۸۸۱ء) اِس بات پر اتفاق کر لیا ہے کہ مزاحمت کی عملی اِکائی ۱۰^۹ مُطلق اِکائیوں کے برابر قرار دی جائے۔ اِس عملی اِکائی کو اَوْہم (Ohm) کہتے ہیں۔

اِس مطلب کے لئے کہ تمام عملی اِکائیاں کُلیۂ اَوْہم کے موافق ہو جائیں ضروری ہے کہ

---

۵۱ Ohm ۵۲ Ampere

رَو کی عملی اِکائی یعنی اَمپیری کو $\frac{10^{8}}{9 \times 10^{10}}$ = 10^{-1} مُطلق اِکائی کے برابر تصور کیا جائے۔

مزاحمت' ق م ب' اور رَو' کی ترسیمی تعبیر ——— شکل ۶۳ع میں فرض کرو کہ ا ب تانبے کے تار کی تعبیر ہے جس میں رَو ا سے ب کے رُخ چل رہی ہے۔ اگر تار کا مادّہ ہموار اور اُس کی عمودی تراش کا رقبہ ہر جگہ مساوی ہو تو ظاہر ہے کہ تار کے ہر اسمر طول میں رَو کو مساوی مزاحمت ہونا چاہیئے۔ پھر اِس بناء پر

شکل ۶۳ع

مزاحمت' ق م ب' اور رَو' کی ترسیمی تعبیر

ضروری ہے کہ دو سمر طول کی مزاحمت ایک سمر طول کی مزاحمت سے دو چند ہو۔ اور اگر ا ب تار کے طول کی تعبیر ہو تو ظاہر ہے کہ اِس کو

ہم مزاحمت کی ترسیمی تعبیر بھی تصور کر سکتے ہیں -
فرض کرو کہ ا پر کا قوّہ ا خ سے تعبیر کیا گیا ہے اور ب پر کا قوّہ صفر ہے - یہ ظاہر ہے کہ تار پر قُوّہ کا تنزل ہموار ہونا چاہیئے - اِس لئے ہم اِس کو خط خ ب سے تعبیر کر سکتے ہیں -
اگر تار کو گھٹا کر اَ ب کر دیا جائے تو اِس کی مزاحمت یقیناً پہلے سے کم ہو جائیگی - اور قُوّہ کا تنزل خَ ب سے تعبیر ہوگا - اِسی طرح اگر تار اَور گھٹا دیا جائے یہاں تک کہ اُس کا طول اً ب رہ جائے تو اِس صورت میں قوّہ کا تنزل خً ب سے تعبیر ہونا چاہیئے -
ایک سادہ سا تجربہ اِس بات کا بخوبی فیصلہ کر سکتا ہے کہ تار میں چلنے والی رَو تار کو چھوٹا کر دینے سے بڑھ جاتی ہے - اب سوال یہ ہے کہ کیا ہم رَو کا یہ اضافہ ترسیماً بھی دکھا سکتے ہیں؟ تجربہ میں اگر رَو کی طاقت بڑھا دی جائے تو اِس اضافہ کے ساتھ ہی ترسیم کے زاویہ خ ب ا میں بھی اضافہ ہو جاتا ہے - پھر کیا اِس زاویہ کو ہم رَو کی تعبیر تصور کر سکتے ہیں؟
ہاں اگر زاویہ کی بجائے زاویہ کا مماس نگاہ میں ہو تو پھر یقیناً ہم اِس

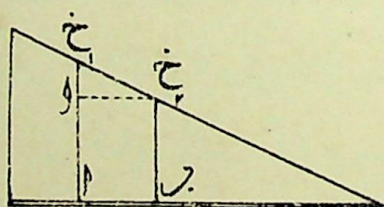
زاویہ کو رَو کی تعبیر تصور کر سکتے ہیں - کیونکہ اِس صورت میں

مس خ ب ا = خ ا / ا ب

یا دُوسرے لفظوں میں یوں کہو کہ

رَو کی طاقت = اختلافِ قُوّہ / مزاحمت

شکل ۶۴ بھی اِسی طرح کی ایک ترسیم ہے - اِس ترسیم میں یہ دکھایا گیا ہے کہ ہموار تار کے کوئی سے دو نقطوں کا اختلافِ قُوّہ کِس طرح دکھایا جا سکتا ہے - چنانچہ ا پر قُوّہ اخ ہے اور ب پر اخ - اور اختلافِ قُوّہ خ ا سے تعبیر کیا گیا ہے -

شکل ۶۴

مزاحمت 'ق م ب' اور رَو' کی ترسیمی تعبیر

تار میں برقی رَو کو جو مزاحمت پیش آتی ہے

وہ تین باتوں پر موقوف ہوتی ہے :-

(ا) تار کی نوعیتِ مادّہ -

(ب) تار کا طول -

(ج) تار کی تراشِ عمودی کا رقبہ -

یہ باتیں سادہ کیفی تجربوں سے دکھائی جا سکتی ہیں - لیکن ابھی ہم مزاحمت اور رَو کے رشتہ سے مفصل بحث نہیں کر سکتے - مفصل بحث کے لئے میٹری پُل سے تجربے کرنا پڑینگے - اور میٹری پُل کا ذکر آگے چل کر آئیگا -

تجربہ ۵۷ ——— مزاحمت کا تغیر -

(ا) جرمن سِلور (German-silver) کے دو میٹر لمبے تار نمبر ۲۲ کا ایک سِرا بڑے سے بُنسنی خانہ کے ایک قُطب سے اور دُوسرا سِرا مماسی مقناطیسی برق پیما کے اُس چکّر کے سِرے سے جوڑو جو موٹے تار سے بنایا گیا ہے - خانہ کے سِرے اور مقناطیسی برق پیما کے سِرے تانبے کے چھوٹے سے تار کے ذریعہ ایک دُوسرے سے مِلا دو - جرمن سِلور (German-silver) کے تار میں سے گزرنے والی رَو اِس مقناطیسی برق پیما میں سے بھی گزریگی - اور تم دیکھ چکے ہو کہ زاویۂ اِنصراف کے مماس سے رَو کی طاقت کا اندازہ ہو سکتا ہے - پس مقناطیسی برق پیما کی سُوئی کا اِنصراف دیکھ لو -

(ب) جرمن سِلور (German-silver) کے تار اور خانہ کے درمیان برقی دَور توڑ دو - اور دَور میں اُسی تار کا ایک اور ا میتر لمبا ٹکڑا داخل کرو - دیکھو اب رَو کو جرمن سِلور (German-silver) کے تین میتر لمبے تار کی مزاحمت پیش آرہی ہے اور رَو پہلے سے کم ہو گئی ہے - اِس سے ظاہر ہے کہ مزاحمت تار کے طول پر موقوف ہے -

(ج) جرمن سِلور (German-silver) کے اِس ایک میتر لمبے تار کو دَور سے جُدا کر لو - اور اِس کی بجائے تانبے کا ایک میتر لمبا تار ۲۲ دَور میں داخل کرو - پھر مقناطیسی برق پیما کی سُوئی کا اِنصراف دیکھو - اب رَو (ب) سے تو زیادہ ہے لیکن (ا) سے کم ہے - اِس نتیجہ سے ظاہر ہے کہ جرمن سِلور (German-silver) کی بہ نسبت تانبے میں مزاحمت کی قابلیت کم ہے -

(د) اب تانبے کا تار نکال کر اُس کی جگہ لوہے کا ایک میتر لمبا تار ۲۲ رکھو - دیکھو مقناطیسی برق پیما کی سُوئی کا اِنصراف اِس بات پر صاف دلالت کرتا ہے کہ لوہا رَو کے لئے جرمن سِلور سے بہتر مُوصِل ہے لیکن تانبے کے برابر نہیں -

(ہ) اب لوہے کا تار الگ کر لو - اور اِس کی بجائے تانبے کا ایک میتر لمبا تار ۲۶ استعمال کرو - دیکھو

سُوئی کے اِنصراف سے صاف معلوم ہوتا ہے کہ تانبے کے باریک تار میں موٹے تار کی بہ نسبت رَو کو زیادہ مزاحمت پیش آتی ہے۔

مایع مُوصِلوں کی مزاحمت اور اِس لئے وُولٹائی خانوں کی بھی

—— گزشتہ تقریر میں ہم نے اِس بات کی طرف بھی بالواسطہ اشارہ کیا ہے کہ خانوں میں بھی رَو کو مزاحمت پیش آتی ہے۔ چنانچہ اِسی خیال سے ہم نے بڑے بنسنی خانہ کے استعمال کو ترجیح دی ہے۔ چونکہ خانہ میں بھی مزاحمت ہوتی ہے اِس لئے واصل تاروں کی مزاحمت دَور کی مجموعی مزاحمت کا صرف ایک جُزو ہے۔

جس طرح تار کی مزاحمت تار کی نوعیتِ مادّہ، تار کے طول، اور تار کی تراشِ عمودی پر موقوف ہوتی ہے عین اُسی طرح وُولٹائی خانہ کی مزاحمت بھی، اُس مادّہ کی نوعیت پر جس سے خانہ تیار کیا گیا ہے، اور مایع کے اُس طول اور تراشِ عمودی پر موقوف ہوتی ہے جسے رَو، خانہ کے دو قطبوں کے درمیان طے کرتی ہے۔ چنانچہ سادہ وُولٹائی خانہ کی شکل میں ذرا سا تغیر پیدا کر کے ہم اِن باتوں کی صداقت ثابت کر سکتے ہیں۔

تجربہ ۵۸ —— اندرونی مزاحمت ——

ایک معمولی کاگ کے محور میں سے وہ تار گزار لو جو سادہ وولٹائی خانہ میں تانبے کے پترے کو سنبھالے ہوئے ہے - اور یہی عمل جستی پترے کے ساتھ لگے ہوئے تار پر کرو - پھر کاگوں کو اِستادہ کے جُدا جُدا شکنجوں میں اِس طرح کسو کہ دھاتی پترے اِنتصاباً اور میز کی سطح سے ذرا اُوپر رہیں - اِس طرح یہ پترے شیشہ کی اُتھلی پیالی کے اندر اُستوارانہ سنبھالے جا سکتے ہیں - اور اُن کے درمیانی فاصلہ اور پیالی کے اندر اُن کے ڈوبنے کی گہرائی میں تغیر پیدا کیا جا سکتا ہے -

پیالی میں بہت ہلکایا ہوا سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ بھرو - اور پتروں کو تانبے کے تار سے مماسی مقناطیسی برق پیما کے موٹے تار کے چکّر کے ساتھ جوڑ دو - پھر پتروں کو پاس پاس رکھو اور اِنصراف دیکھ لو - اِس کے بعد پتروں کو بالتدریج ایک دُوسرے سے دُور ہٹاتے جاؤ اور دیکھو کس طرح اِنصراف گھٹتا چلا جاتا ہے - یہ واقعہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ پتروں کے درمیان جب مایع کے اُستوانہ کا طول بڑھتا ہے تو خانہ کی مزاحمت بھی بڑھ جاتی ہے -

اب پتروں کو ذرا سا اُوپر اُٹھا لو یا نالچہ کی مدد سے تھوڑا سا تُرشہ نکال لو تاکہ مایع کے اُستوانہ کی تراش عمودی گھٹ جائے - دیکھو جب مایع کے اُستوانہ کی

تراشِ عمودی کم ہو جاتی ہے تو اِنصراف بھی گھٹ جاتا ہے۔

اِس تجربہ سے ظاہر ہے کہ بڑے خانہ کو چھوٹے خانہ پر کیوں ترجیح دی جاتی ہے۔ خانہ کی ق م ب صرف اُن مادّوں کی نوعیت پر موقوف ہوتی ہے جو خانہ میں استعمال کئے جاتے ہیں۔ خانہ کی جسامت کا اُس پر کوئی اثر نہیں ہوتا۔ لیکن مزاحمت' خانہ کی جسامت پر بہت کچھ موقوف ہے۔ اور صرف اُس حالت میں نا قابلِ لحاظ ہوتی ہے جب کہ خانہ میں بڑے بڑے پتر سے پاس پاس رکھ کر استعمال کئے جاتے ہیں۔

تجربہ ۵۹ ——— مایعات کی مزاحمت — شیشہ کی ایک ۴۰ سم لمبی اور تقریباً ۲ سم قُطر کی نلی (شکل ۶۵) لے کر اُس کے دونوں سروں میں ایک ایک کاگ لگا دو۔ اِن کاگوں کو پیرافینی موم میں رکھ کر جوش دے لینا چاہئے۔ تانبے کی چادر سے دو اِتنے اِتنے بڑے مدوّر قُرص کاٹو کہ وہ نلی کے اندر بخوبی جا سکیں۔ اور دونوں کے مرکزوں پر تانبے کے موٹے تار کا ایک ایک لمبا ٹکڑا ٹانکے سے جوڑ دو۔ کاگوں کے مرکز پر ایک ایک اِتنا بڑا سُوراخ کرو کہ تانبے کے تار اُن میں پھنس کر آ جائیں۔ پھر ایک دو ڈلٹائی خانہ کو کسی کم مزاحمت والے مقناطیسی برقی پیما سے جوڑ دو۔ اور برقی دَور میں اِتنا لمبا باریک تار داخل

کرو کہ تقریباً ۴۵° کا اِنصراف پیدا ہو سکے۔
اب شیشہ کی اِس لمبی نلی میں تقریباً ۲ $\frac{1}{2}$ فی صدی ہلکایا ہُوا سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ بھرو۔ اور تانبے کے قُرصوں کو جہاں تک ممکن ہو سکے ایک دُوسرے سے دُور ہٹا لو۔ پھر برقی دَور کو توڑ دو اور اُس میں یہ ہلکائے ہوئے تُرشہ کا اُستوانہ داخل کرو۔ دیکھو اب اِنصراف کم ہو گیا۔ اب قُرصوں کو ایک دُوسرے کے قریب کرتے جاؤ۔ دیکھو اِنصراف کس طرح بڑھتا جاتا ہے۔

شکل ۶۵ تجربہ ۵۹ کے متعلق

اِس سے ظاہر ہے کہ یہ ہلکایا ہُوا تُرشہ رَو کے رستے میں مزاحمت پیدا کرتا ہے۔ اور یہ مزاحمت تُرشہ کے اُستوانہ کے اُس طول پر موقوف ہے جس میں سے رَو کو گزرنا پڑتا ہے۔

کُلیۂ اوہم کا استعمال

علامات

ر، ب، مز کو عملی اِکائیوں میں اِن کی عددی قیمتیں دے کر ہم جملہ ر = $\frac{ب}{مز}$ کو ایک صحیح الجبری مساوات تصور کر سکتے ہیں۔ اور اِس کو اُن مسائل کے حل کرنے میں استعمال کر سکتے ہیں جن میں صرف دو علامتوں کی قیمتیں معلوم ہوں اور

تیسری کی قیمت مجہول ہو۔ مثلاً کسی تار کے سِروں کا اختلافِ قوّہ ب وولٹ (Volt) اور اِس تار کی مزاحمت ز اوٗہم (Ohm) ہو تو رقم $\frac{ب}{ز}$ اَمپیریوں میں رَو کی عددی قیمت ہوگی۔

مثال ——— تار برقی کے ایک میل لمبے معمولی لوہے کے تار کی مزاحمت ۹ اوٗہم اور اِس کے سِروں کا اختلافِ قوّہ ۱٫۲۵ ووٗلٹ ہے۔ بتاؤ اِس میں جو برقی رَو چل رہی ہے اُس کی طاقت کیا ہے۔

اِس مثال میں

ب = ۱٫۲۵

اور ز = ۹

لہٰذا ر = $\frac{ب}{ز}$

= $\frac{۱٫۲۵}{۹}$

= ۰٫۱۴ اَمپیری

اِس بات کو ایک اصولِ عام کے طور پر یاد رکھو کہ مساوات ر = $\frac{ب}{ز}$ پوٗرے برقی دَور پر جاری ہو سکتی ہے۔ اور ظاہر ہے کہ پوٗرے دَور میں مورچہ اور بیرونی تار دونوں شامل ہیں۔ اور دونوں میں برقی رَو کو مزاحمت پیش آتی ہے۔ اِس لئے علامت ز میں تار کی مزاحمت جو عام طور پر بیرونی مزاحمت کہلاتی ہے اور مورچہ کی مزاحمت جسے عموماً

اندرونی مزاحمت کہتے ہیں دونوں شامل ہیں۔ لیکن بہتر ہوگا کہ مجموعی مزاحمت کے اِن دونوں اجزاء کو جُداگانہ علامتوں سے تعبیر کیا جائے۔ اِس صورت میں مساوات کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی:۔

ر = ب / (ر + ز)

جس میں

ر = بیرونی مزاحمت

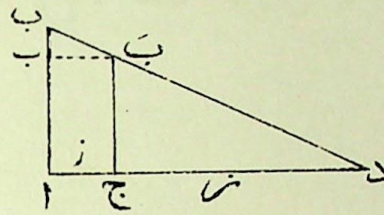
اور ز = اندرونی مزاحمت

چونکہ مورچہ بھی رَو کا مزاحم ہوتا ہے اِس لئے مورچے کی ق م ب کا ایک حِصّہ رَو کو مورچے میں سے چلانے میں صَرف ہو جاتا ہے۔ اور اِس طرح رَو کو تار میں چلانے کے لئے مجموعی ق م ب کا صِرف ایک حصہ باقی رہ جاتا ہے۔ مندرجۂ بالا مساوات کو ذیل کے طور پر لکھنے سے یہ مسئلہ بخوبی واضح ہو جائیگا:۔

ب = ر ر + ر ز

یعنی مجموعی ق م ب = {ق م ب جو بیرونی دَور میں صرف ہوتی ہے} + {ق م ب جو اندرونی دَور میں صرف ہوتی ہے}

یہی واقعات شکل ۶۶ میں ترسیماً دکھائے گئے ہیں۔ اِس میں ا ج اندرونی مزاحمت اور

ج د بیرونی مزاحمت کی تعبیر ہے ۔ ا ب مجموعی ق م ب ہے ۔ ب ب اِس کا وہ حصہ ہے جو خانہ کی

شکل ۶۶

اندرونی بیرونی مزاحمت

مزاحمت کو مغلوب کرنے میں صرف ہوتا ہے ۔ اور ج بَ تار کے سِروں کے اختلافِ قُوّہ کو تعبیر کرتا ہے ۔ زاویہ ب د ا کا مماس رَو کی تعبیر ہے ۔ لہٰذا

$$ر = \frac{ب ب}{ز}$$

اور نیز $$ر = \frac{ج بَ}{مر}$$

یا ب ب = ر ز

اور ج بَ = ر مر

اِس لئے ا ب = ب ب + ج بَ

= ر ز + ر مر

مثال ۱ ـــــ ایک گروِوی

خانہ میں اندرونی مزاحمت ۰٫۵ اوٗہم اور مجموعی ق م ب ۱٫۹ وُولٹ ہے - اِس کے قطب تار سے جوڑ دیئے گئے ہیں اور تار کی مزاحمت ۱٫۵ اوٗہم ہے - اِن مقدمات سے رَو کی طاقت اور خانہ کے سِروں کا اختلافِ قُوّہ معلوم کرو -

اِس مثال میں

ز = ۱٫۵

ر = ۰٫۵

ب = ۱٫۹

اور چونکہ $س = \frac{ب}{ز + ر}$

لہٰذا $س = \frac{۱٫۹}{۰٫۵ + ۱٫۵}$

$= \frac{۱٫۹}{۲}$

= ۰٫۹۵ اَمپیری

بناءبریں تار کے سِروں کا اختلافِ قُوّہ = س ز

= ۱٫۵ × ۰٫۹۵

= ۱٫۴۲۵ وُولٹ

مثال ۲ —— ایک مورچہ کی مجموعی ق م ب ۱۰ وُولٹ ہے - جب اِس مورچہ کے قطب تار کے ذریعہ ایک دُوسرے سے جوڑ دیئے جاتے ہیں تو

۲ امپیری کی رَو حاصل ہوتی ہے - اور مورچہ کے قُطبوں کا اختلافِ قُوّہ گھٹ کر ۵،۷ وولٹ رہ جاتا ہے۔ اِن مقدمات سے مورچہ اور تار کی مزاحمت معلوم کرو۔

اِس مثال میں

ر = ب / (ں + ز)

یا ں + ز = ب / ر

= ۱۰ / ۲

= ۵ اوہم

تار کے سِروں کا اختلافِ قُوّہ = رں

یعنی ۵،۷ = ۲ × ں

لہٰذا ں = ۵،۷،۳ اوہم

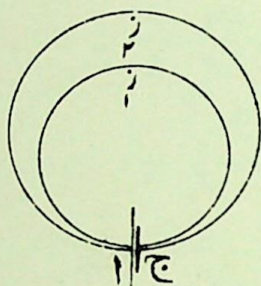
لیکن ں + ز = ۵ اوہم

لہٰذا ز = ۵ - ۳،۷،۵

= ۱،۲۵ اوہم

منقسم بیرونی دَور ــــــ جب کئی مُوصِل اِس طرح مرتّب کئے جاتے ہیں کہ اُن کے سِرے ایک دُوسرے کو چھُو رہے ہوتے ہیں اور اِس صورت میں رَو جو ایک سِرے میں داخل ہوتی ہے اُس کے سامنے کئی رستے پیدا ہو جاتے

ہَیں تو یوں کہا جاتا ہے کہ یہ مُوصِل متوازی ترتیب میں ہَیں - شکل ۶۷ میں ا ج ایک وولٹائی خانہ ہے جس کے قطب دو تاروں کے ذریعہ متوازی ترتیب میں ایک دُوسرے سے جوڑ دیئے گئے ہَیں - اِن تاروں کی مزاحمتیں $ز_1$ اور $ز_2$ ہَیں - اور دونوں تاروں

$ز_2$ $ز_1$ ا ج

شکل ۶۷

منقسم بیرونی دَور

کے سِروں کا اختلافِ قُوّہ برابر ہونا چاہیئے - آؤ اِس اختلافِ قُوّہ کو ب سے تعبیر کریں -

اب اگر تار $ز_1$ میں چلنے والی رَو $ر_1$ ہے تو

$$ر_1 = \frac{ب}{ز_1}$$

اِسی طرح اگر تار $ز_2$ میں چلنے والی رَو $ر_2$ ہے تو

$$ر_2 = \frac{ب}{ز_2}$$

یہ ظاہر ہے کہ مجموعی رَو ر جو اِس دَور میں چل رہی ہے وہ ر۱ اور ر۲ کے مجموعہ کے برابر ہونی چاہیئے - یعنی

$$\text{ر} = \text{ر}_1 + \text{ر}_2$$

$$= \frac{\text{ب}}{\text{ز}_1} + \frac{\text{ب}}{\text{ز}_2}$$

$$= \text{ب}\left(\frac{1}{\text{ز}_1} + \frac{1}{\text{ز}_2}\right)$$

$$= \text{ب}\left(\frac{\text{ز}_2 + \text{ز}_1}{\text{ز}_1\,\text{ز}_2}\right)$$

$$= \frac{\text{ب}}{\dfrac{\text{ز}_2\,\text{ز}_1}{\text{ز}_2 + \text{ز}_1}}$$

بناءبریں متوازی ترتیب میں رکھے ہوئے دو تاروں کی مجموعی مزاحمت

$$\frac{\text{اُن کی ذاتی مزاحمتوں کا حاصلِ ضرب}}{\text{اُن کی ذاتی مزاحمتوں کا مجموعہ}}$$ **کے برابر ہے۔**

مثال —— ایک وولٹائی خانہ کے قطب دو تاروں کے ذریعہ متوازی ترتیب میں جوڑے گئے ہیں۔ ایک تار کی مزاحمت ۵ اوہم ہے اور دُوسرے تار کی مزاحمت ۶ اوہم - اگر خانہ کی ق م ب دو وولٹ ہو اور اندرونی

مزاحمت ۱ء۰ اوہم تو اِس دَور میں چلنے والی مجموعی رَو کیا ہوگی؟

اِس مثال میں

بیرونی مزاحمت $= \frac{ز_۱ \; ز_۲}{ز_۱ + ز_۲}$

$= \frac{۶ \times ۵}{۶ + ۵}$

$= \frac{۳۰}{۱۱}$

= ۲ء۷۳ اوہم تقریباً

لہذا مجموعی مزاحمت = ۲ء۷۳ + ۱ء۰

= ۲ء۸۳ اوہم

بناءبریں مجموعی رَو $= \frac{ب}{م}$

$= \frac{۲}{۲ء۸۳}$

= ۰ء۷۰۷ ایمپیری

متوازی ترتیب میں رکھے ہوئے مُوصِلوں کی ایک خاص حالت

—— اگر منقسم بیرونی دَور میں مزاحمت کے اجزا مساوی ہوں تو ضابطۂ بالا میں بہت کچھ سادگی پیدا ہو جاتی ہے۔ مثلاً

اگر $ز_۲ = ز_۱$

تو $\frac{ز_1 ز_2}{ز_1 + ز_2} = \frac{ز_1^2}{2 ز_1}$

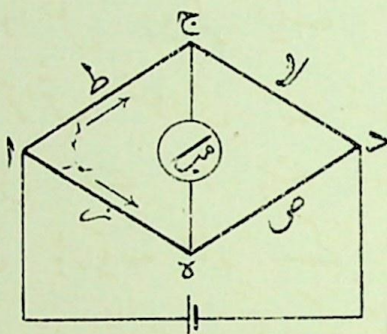
$= \frac{ز_1}{2}$

اِس صورت میں ہم دو تاروں کو یوں تصور کر سکتے ہیں کہ گویا دونوں نے ایک دُوسرے میں داخل ہو کر ایک ایسا تار بنا دیا ہے جس کی تراشِ عمودی اِن میں سے ہر ایک کی تراشِ عمودی سے دو چند ہے۔ اِس موٹے تار کی مزاحمت باریک تار کے مقابلہ میں نصف ہے۔ پھر اِس سے ظاہر ہے کہ تار کی مزاحمت اُس کی تراشِ عمودی کے ساتھ معکوس تناسب رکھتی ہے۔

وھیٹسٹون[۵] کا جال —— شکل ۶۸

میں فرض کرو کہ نقطے ا اور د دو مُوصِلوں ا ج د اور ا ہ د کے ذریعہ متوازی ترتیب میں ایک دُوسرے سے مِلا دیئے گئے ہیں۔ پھر ظاہر ہے کہ ا پر داخل ہونے والی رَو دو حصوں ر۱ اور ر۲ میں بٹ جائیگی۔ اور د پر پہنچ کر یہ دونوں حصّے پھر مِل کر ایک ہو جائینگے۔ قوّہ دونوں شاخوں پر ا سے د کی طرف بالتدریج کم ہوتا چلا جائیگا۔ ا ہ د پر ہم ایک ایسا نقطہ معلوم کر سکتے ہیں جس پر

۵ Wheat stone

قُوّہ اُتنا ہی ہو جتنا کہ نقطہ ج پر ہے - ہ کا
محل اِس طرح مشخّص ہو سکتا ہے کہ اِن دونوں نقطوں
کو مقناطیسی برق پیما مب کے ذریعہ ایک دُوسرے
سے مِلا دیا جائے - یہ ظاہر ہے کہ جب نقطہ ہ

شکل ۶۸

وھیٹسٹون کا جال

معلوم ہو جائیگا تو پھر مقناطیسی برق پیما میں اِنصراف
کا کوئی شائبہ باقی نہ رہیگا - اِس حالت میں چونکہ
مب میں سے کوئی برقی رَو نہیں گزر رہی ہوگی
اِس لئے رَو ر۱ اور رَو ر۲ دونوں اپنی اپنی جگہ
اپنے اپنے مُوصل میں ہموار ہونگی -

اگر نقاط ا، ج، د، اور ہ، کے قُوّے
علی الترتیب خ ا، خ ج، خ د، اور خ ہ ہوں اور ا ہ،
ہ د، ا ج، اور ج د، کی مزاحمتیں علی الترتیب

ز، ص، ط، اور لا، ہوں تو کُلیۂ اوہم کے رُو سے

$$\text{خ}_{\text{ب}} - \text{خ}_{\text{ج}} = \text{ر}_{2}\,\text{ط}$$

$$\text{خ}_{\text{ب}} - \text{خ}_{\text{ہ}} = \text{ر}_{1}\,\text{ز}$$

لیکن

$$\text{خ}_{\text{ب}} - \text{خ}_{\text{ج}} = \text{خ}_{\text{ب}} - \text{خ}_{\text{ہ}}$$

لہذا

$$\text{ر}_{2}\,\text{ط} = \text{ر}_{1}\,\text{ز}$$

یا

$$\frac{\text{ر}_{1}}{\text{ر}_{2}} = \frac{\text{ط}}{\text{ز}}$$

اِسی طرح

$$\text{ر}_{2}\,\text{لا} = \text{ر}_{1}\,\text{ص}$$

یا

$$\frac{\text{ر}_{1}}{\text{ر}_{2}} = \frac{\text{لا}}{\text{ص}}$$

بناء بریں

$$\frac{\text{لا}}{\text{ص}} = \frac{\text{ط}}{\text{ز}}$$

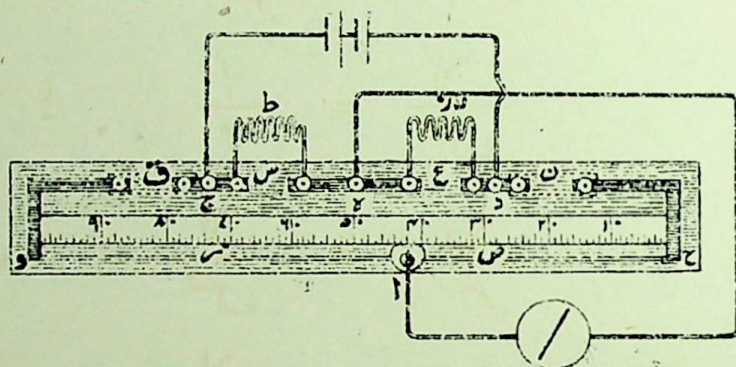
یا

$$\frac{\text{لا}}{\text{ط}} = \frac{\text{ص}}{\text{ز}}$$

اِس نتیجہ سے ظاہر ہے کہ کسی تجربہ میں اگر چار جُداگانہ مزاحمتیں ہوں اور اُن میں سے تین معلوم ہوں تو اِن کی مدد سے ہم چوتھی مزاحمت بھی معلوم کر سکتے ہیں۔ علاوہ بریں نتیجہ سے یہ بھی ظاہر ہے کہ چار مزاحمتوں میں سے اگر کوئی سی دو کا تناسب معلوم ہو تو اِس سے ہم باقی دو کا

تناسب بھی حاصل کر سکتے ہیں۔

میتری پُل ——— میتری پُل شکل ۶۹

کسی مجہول مزاحمت کا اندازہ کرنے کے لئے ایک نہایت سادہ تدبیر ہے جو تقریرِ بالا سے پیدا کی گئی ہے۔ اِس آلہ میں ایک میتری پیمانہ ہوتا ہے جس پر جرمن سِلور (German silver) یا اِریڈیئو پلاٹینم (Iridio Platinum) کا ایک میتر لمبا ہموار تار کھینچ کر چڑھا دیا جاتا ہے۔ اور اِس تار کے دونوں

شکل ۶۹
میتری پُل

سِرے تانبے کی مضبوط پتّیوں و اور ح کے ساتھ ٹانکے سے جوڑ دیئے جاتے ہیں۔ اِن تانبے کی پتّیوں کے درمیان پیمانہ کے دُوسرے کنارے کے قریب چار جگہیں خالی رکھی جاتی ہیں۔ لیکن سادہ

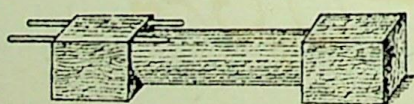
تجربوں میں خالی جگہیں ق اور ن، تانبے کی پٹّیوں سے بھر دی جاتی ہیں - اِن پٹّیوں کو پیچ بند اِن کی جگہوں پر قائم رکھتے ہیں - مزاحمتیں ط اور لا، جن کا مقابلہ کرنا منظور ہوتا ہے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے، پیچ بندوں کے ذریعہ دَور میں جوڑ دی جاتی ہیں - جب لٹّو ا کو دباتے ہیں تو لٹّو کے فانہ نما حصّہ اور پُل کے تار میں تماس ہو جاتا ہے - اور اِس طرح مقناطیسی برق پیما والا دَور کمّل ہو جاتا ہے - جب جانچ سے یہ معلوم ہو جائے کہ ا کے لئے وہ کون سا محل ہے جہاں سے مقناطیسی برق پیما کی سُوئی کو اِنصراف نہیں ہوتا تو پھر چونکہ تار ہموار ہے اور اُس کے ہر حصہ کی مزاحمت، حصہ کے طول کی تناسب ہونی چاہیئے اِس لئے تناسب $\frac{\text{ط}}{\text{لا}}$، طول ز اور ص کے تناسب کا مساوی ہوگا۔

میٹری پُل سے تجربے

تجربہ ۶۰ ـــــــ یک اُدھمی چکّر کی ساخت ـــ میٹری پُل کو شکل ۶۹ کی طرح مرتّب کرو۔ مینگانِنٰ تار

ٰ Manganin

۲۲ سے ۱ میتر ٹکڑا ناپ کر کاٹ لو۔ اور اِس کے سِروں پر سے ریشمی غلاف الگ کر دو - پھر اِس تار کو آلہ کی خالی جگہ ع میں، اور ایک معیاری یک اوٗہمی چکّر کو خالی جگہ س میں داخل کرو - اب پُل کے تار پر وہ نقطہ معلوم کرو جس کو چُھونے سے مقناطیسی برق پیما میں اِنصراف کا کوئی شائبہ پیدا نہ ہو - اِس کے بعد تارِ مذکور کی مزاحمت معلوم کرو - دیکھو اِس کی مزاحمت ایک اوٗہم سے ذرا زیادہ ہے - اب تار کو ذرا چھوٹا کر دو اور پھر اِس کی مزاحمت معلوم کرو - یہی عمل بار بار کرتے جاؤ یہاں تک کہ جب تماس کا محل پُل کے تار کے عین وسط پر ہو تو مقناطیسی برق پیما میں اِنصراف کا کوئی شائبہ پیدا نہ ہو -

تارِ مذکور کو پُل سے جُدا کر لینے سے پہلے اِس تار کے سِروں کو اُس مقام پر جہاں وہ پیچ بندوں سے باہر نکلے ہیں تار کے طول پر علی القوائم موڑ لو - پھر اِس تار کے سِروں پر تانبے کے موٹے تار کے دس دس سنتی میتر لمبے ٹکڑے ٹانکے سے اِس طرح جوڑو کہ ٹانکا عین موڑوں پر ختم ہو - اب اِن ٹانکے سے جوڑے ہوئے مقاموں کو پانی سے بخوبی دھو لو -

شکل ۷۰

پھر اِن تانبے کے تاروں کو چوبی اُستوانہ (شکل ۷۰) کے سِرے پر سُوراخوں میں داخل کرو - اِس کے بعد مینگانین (Manganin) تار کو اُس کے وسط پر سے دوہرا کرو اور چوبی اُستوانہ پر لپیٹ کر سُوتی تاگے سے جما دو - پھر جہاں تک ممکن ہو نہایت صحت کے ساتھ اِس کی مزاحمت معلوم کرو - اور اِس مزاحمت کی قیمت پنسل سے اُستوانہ پر لکھ دو -

تجربہ ۶۱ —— تار کی مزاحمت اُس کے طول کے ساتھ معکوس تناسب میں رہتی ہے - جرمن سِلوَر (German silver) کے تار ۲۸ سے مختلف طول کے دو ٹکڑے کاٹو - پھر اِن تاروں کے سِرے ننگے کرو اور اِن ننگے سِروں کو علی القوائم موڑ لو - اِن دونوں تاروں کے جو طول موڑوں کے درمیان ہیں اُن کو ناپ لو - پھر اِن تاروں کو میٹری پُل کے پیچ بندوں میں اِس طرح کسو کہ موڑ عین اُس مقام پر رہیں جہاں تار' پیچ بند سے باہر نکلتا ہے - اب اِسی طرح دونوں تاروں کی مزاحمت معلوم کرو - اور نتائج کے مقابلہ سے ثابت کرو کہ طولوں کا تناسب مزاحمتوں کے تناسب کا مساوی ہے -

تجربہ ۶۲ —— تار کی مزاحمت' تار کی تراشِ عمودی کے ساتھ معکوس تناسب میں رہتی ہے - جرمن سِلوَر (Germau silver) کے تار ۲۸ سے ۱ میٹر ٹکڑا کاٹ کر اِس کی مزاحمت (ر۱)

معلوم کرو - اور خُردہ پیما پیچ سے اِس کا قُطر ($ق_۱$) ناپ لو - اِس کے بعد جرمن سِلور (German silver) کے تار ۲۲ کے ایک میتر لمبے ٹکڑے کی مزاحمت ($ز_۲$) معلوم کرو - اور اِس کا قطر ($ق_۲$) بھی ناپ لو -

اب اگر پہلے تار کی تراشِ عمودی $ش_۱$ اور دُوسرے تار کی تراشِ عمودی $ش_۲$ ہو اور اِن کے نصف قُطر علی الترتیب $ن_۱$ اور $ن_۲$ ہوں تو

$$\frac{ش_۱}{ش_۲} = \frac{ن_۱^۲ \times ۲۲}{ن_۲^۲ \times ۲۲}$$

$$= \frac{ن_۱^۲}{ن_۲^۲}$$

اب اپنے تجربہ کے نتائج سے ثابت کرو کہ

$$\frac{ز_۱}{ز_۲} = \frac{ش_۲}{ش_۱}$$

$$= \frac{ن_۲^۲}{ن_۱^۲}$$

تجربہ ۶۳ — متوازی ترتیب میں رکھے ہوئے دو تاروں کی مزاحمت — تجربۂ بالا میں جو جرمن سِلور (German silver) کے دو تار استعمال کئے گئے ہیں اُنہیں متوازی ترتیب میں رکھو - اور اُن کے اِنتہائی سِروں کے درمیان پیش آنے والی مزاحمت

ز) معلوم کرو - پھر ثابت کرو کہ

$$ز = \frac{ز_1 \, ز_2}{ز_1 + ز_2}$$

تجربہ ۶۴ — تار کی مزاحمت اُس کی تپش پر موقوف ہوتی ہے - شکل ۷۱ میں لوہے کے تقریباً دو میٹر لمبے تار ۲۸ کا مرغولہ دکھایا گیا ہے جس کے سرے تانبے کے موٹے تار کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کے ساتھ ٹانکے سے جوڑ دیئے گئے ہیں۔ یہ موٹے تار کے ٹکڑے کاگ میں سے گزرتے ہیں اور کاگ شیشہ کی بڑی سی امتحانی نلی کے مُنہ میں لگا دیا گیا ہے۔ آلہ میں ایک تپش پیما اور ایک ہِلانی بھی ہے۔ اور نلی پیرافینی تیل سے تقریباً بھر دی گئی ہے۔

ایک پانی کا بھرا ہُوا گہرا گلاس تپائی پر رکھو اور امتحانی نلی جس میں تار کا مرغولہ ہے اِس پانی میں جما کر رکھ دو۔ مرغولہ کے سرے تانبے کے موٹے تاروں کے ذریعہ بیٹری پُل کے پیچ بندوں سے جوڑو - جب نلی کو پانی میں تقریباً پانچ دقیقے

شکل ۷۱

تجربہ ۶۴ کی توضیح کے لئے۔

گزر جائیں تو پیرافینی تیل کو ہلاؤ اور تپش دیکھ لو - پھر مرغولہ کی مزاحمت کا اندازہ کرو - اِس کے بعد پانی کو آہستہ آہستہ گرم کرو اور تیل کو بار بار ہلاتے جاؤ - جب تپش میں تقریباً ۱۰ءم کا اضافہ ہو جائے تو شُعلہ ہٹا لو' تیل کو ہلاؤ' اور تپش اور مزاحمت کو مشاہدہ کرو - پھر اِسی طرح بلند تر تپشوں پر تجربے کرتے جاؤ -

پہلے اور آخری مشاہدوں سے معلوم کرو کہ ۱۰۰ اوہم مزاحمت کے تار کی مزاحمت تپش کے ۱م کے تغیر سے کتنی بڑھ جاتی ہے - مثلاً

$$\frac{۱۰۰}{ت_۲ - ت_۱} \times \frac{ز_۱ - ز_۲}{ز_۱}$$

مشاہدوں کو ذیل کے طور پر درج کرتے جاؤ :-

تپش کی ۱م ترقی سے مزاحمت کا فی صدی اضافہ	مزاحمت	تپش

نوعی مزاحمت ——— کسی دھات کی نوعی مزاحمت سے اُس کے ایک ایسے مکعب کی

مزاحمت مُراد ہے جس کا ہر پہلو ۱ سمر لمبا ہو - اِس قسم کے مکعب کو ہم ایک ایسا تار تصور کر سکتے ہیں جس کا طول ۱ سمر اور تراشِ عمودی ۱ مربع سمر ہو - اگر تار کا طول ط سمر اور اُس کی تراشِ عمودی کا رقبہ ش مربع سمر کر دیا جائے تو

$$\text{مزاحمت (م)} = \text{نوعی مزاحمت (س)} \times \frac{\text{ط}}{\text{ش}}$$

یا

$$\text{م} = \frac{\text{س ط}}{\text{ٹ ن}^2}$$

کسی دھات کے متعلق س کی تشخیص کرنے کے لئے ضروری ہے کہ اِس دھات کا ایک ٹکڑا تار کی شکل میں لے کر اُس کی مزاحمت کا اندازہ کیا جائے اور اُس کا طول اور تراشِ عمودی کا رقبہ بھی ناپ لیا جائے۔

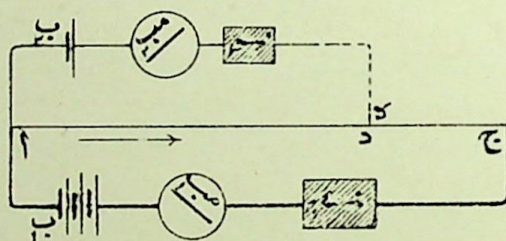
تجربہ ۶۵ ــــــ دھات کی نوعی مزاحمت۔

تجربہ ۶۰ کے قاعدہ سے مینگانن (Manganin) تار کے ٹکڑے کی مزاحمت معلوم کرو اور اُس کا طول اور تراشِ عمودی کا رقبہ ناپ لو۔ پھر نتائج کو ذیل کے طور پر درج کرو:۔

دھات	طول (ط)	تراشِ عمودی (ٹ ن۲)	مزاحمت (م)	$\frac{\text{م} \times \text{ٹ ن}^2}{\text{ط}}$
مینگانن				

وولٹائی خانوں کی ق م ب کا مقابلہ

قُوّہ پیما ——— کلیۂ اوہم کی توضیح میں قُوّہ پیما کا اصول بیان ہو چکا ہے - اب یہاں اُس کی تفصیل فائدہ سے خالی نہ ہوگی -

شکل ۷۲ میں اج ایک لمبے ہموار تار کی تعبیر ہے جو ایک مستقل ق م ب والے مورچہ ب، مماسی مقناطیسی برق پیما مب، اور ایک قابلِ ترتیب مزاحمت مز، کے ساتھ مسلسل ترتیب میں جوڑ دیا گیا ہے - اگر ا کے ساتھ ایک اور خانہ ب۲ کا

شکل ۷۲

قُوّہ پیما

مثبت سرا جوڑ دیا جائے تو ب۲ کے مثبت قطب کا

قوّہ وُہی ہوگا جو ا کا ہے - اور ب۲ کے منفی قطب کے ساتھ لگے ہوئے تار کے آزاد سِرے ج' اور ا' کا اختلافِ قوّہ' ب۲ کے سِروں کے اختلافِ قوّہ کا مساوی ہوگا - اب اگر مورچہ ب۱ کی ق م ب کافی بڑی ہے تو ا ج پر ہم ایک ایسا نقطہ د دریافت کر سکتے ہیں جس کا قوّہ ہ کے قوّہ کا مساوی ہو - پھر جب اِس نقطہ کو ہ سے چھو لیا جائیگا تو ب۲ کا حسّاس مقناطیسی برق پیما مب۲ میں سے رَو بھیجنے کا جو تقاضا ہوگا اُس کو ا اور د کے اختلافِ قوّہ کا وہ تقاضا زائل کر دیگا جو مب۲ میں سے مخالف سمت میں رَو بھیجنا چاہتا ہے - اِس لئے اِدھر کے برقی دَور میں رَو کا کوئی شائبہ نہ ہوگا - چونکہ تار ا ج ہموار ہے اِس لئے طول ا د' خانہ ب۲ کی ق م ب کا اندازہ ہے - نقطہ د اِس بات کے معلوم کر لینے سے دریافت ہو سکتا ہے کہ سِرے ہ کو تار ا ج کے کون سے مقام پر رکھنے سے مقناطیسی برق پیما مب۲ میں اِنصراف کا شائبہ پیدا نہیں ہوتا - مقناطیسی برق پیما کی حفاظت کے لئے اور اِس امر کی پیش بندی کے لئے کہ کسی کافی طاقت کی عارضی رَو سے خانہ ب۲ مقطّب نہ ہونے پائے' رَو کے رستے میں ایک بہت بڑی مزاحمت مز۲ رکھ دی گئی ہے -

تجربہ ۶۶ — تقطیب کے باعث ق م ب کا تغیر — ایک قُوّہ پیما کو شکل ۶۲ کی طرح ترتیب دو - اور وہ طول ا د ناپ لو جو ب۲ کے مقام پر رکھے ہوئے لیکلانشوی خانہ کی ق م ب کی تعدیل کر دے - لیکلانشوی خانہ کو جُدا کر لو اور اُس کے سروں میں، ایک چھوٹی سی مزاحمت مثلاً ۲ تا ۵ اوہم کے ذریعہ **چھوٹا دور** داخل کرو - پانچ دقیقوں تک یہی حالت رکھو - پھر اِس خانہ کو جُدا کر کے قُوّہ پیما کی مدد سے فوراً اِس کی ق م ب معلوم کرو - اِس کے بعد وُہی عمل دوبارہ کرو اور پانچ دقیقوں کے بعد پھر ق م ب دیکھو - اِس کے بعد خانہ کو **کُھلے دور** میں رہنے دو - اور تھوڑے تھوڑے وقفوں کے بعد اِس کی ق م ب کا اندازہ کرتے جاؤ - مشاہدوں کو ترتیب وار لکھ لو - اور اُن کو دیکھ کر اِس بات کا پتہ لگاؤ کہ آیا تقطیب کے باعث ق م ب گھٹ جاتی ہے اور کیا خانہ پھر بعد میں اپنی اصلی حالت پر آ جاتا ہے -

تجربہ ۶۷ — وولٹائی خانوں کی ق م ب کا مقابلہ قُوّہ پیما کے قاعدہ سے — آلہ کو شکل ۶۲ کی طرح ترتیب دو - ماسی مقناطیسی برق پیما میں اِنصراف کو بار بار دیکھتے جاؤ اور ن۱ کو حسبِ ضرورت ترتیب دے دے کر اِنصراف کو مستقل رکھو - اور مقام ب۲ پر ہر خانہ کو باری باری سے رکھ کر دیکھتے جاؤ کہ اُس کی

ق م ب کی تعدیل کرنے کے لئے تار کا کتنا کتنا طول ا د درکار ہے - نتائج کو ذیل کے طور پر درج کرو :-

خانہ	مقناطیسی برق پیما کا انصراف	تار کا طول ا د
۱- دانیالی		$ط_۱$ =
۲- لیکلانشوی		$ط_۲$ =
۳-		
۴-		

ہر خانہ کی ق م ب کو دانیالی خانہ کی ق م ب کی اِضافت سے تعبیر کرو - مثلاً

$$\frac{\text{لیکلانشوی خانہ کی ق م ب}}{\text{دانیالی خانہ کی ق م ب}} = \frac{ط_۲}{ط_۱}$$

=

اگر دو خانے جن کی ق م ب علی الترتیب $ب_۱$ اور $ب_۲$ ہو مماسی مقناطیسی برق پیما کے ساتھ مسلسل ترتیب میں جوڑ دیئے گئے ہوں تو مس ہ ($ب_۱$ + $ب_۲$) کا متناسب ہوگا - پھر اگر $ب_۲$ کی سمت اُلٹ دی جائے تو مس ہ پہلے کے مقابلہ میں کم ہو جائیگا - اور ($ب_۱$ - $ب_۲$) کا متناسب ہوگا (بحالیکہ $ب_۲$ سے $ب_۱$ بڑا ہے) -

بناء بریں

$$\frac{\text{مس}\,\theta_1}{\text{مس}\,\theta_2} = \frac{ب_1 + ب_2}{ب_1 - ب_2}$$

یا

$$\frac{ب_1}{ب_2} = \frac{\text{مس}\,\theta_1 + \text{مس}\,\theta_2}{\text{مس}\,\theta_1 - \text{مس}\,\theta_2}$$

تجربہ ۶۸ — دو ڈٹائی خانوں کی ق م ب کا مقابلہ جمع اور تفریق کے قاعدہ سے۔[1]

دانیالی خانہ (ق م ب = ب۲) کو مقلّب، مزاحمت، مماسی مقناطیسی برق پیما، اور ایک اَور خانہ (ق م ب = ب۱)، کے ساتھ مسلسل ترتیب میں جوڑ دو۔ پھر سُوئی کے دونوں سِروں کا اِنصراف دیکھو۔ اور اِسی طرح رَو کی سِمت اُلٹ کر بھی سُوئی کا اِنصراف دیکھو۔ اِس کے بعد جس خانہ کی ق م ب کم ہے اُس کو معکوس کر کے اِن ہی مشاہدوں کا اِعادہ کرو۔ اور نتائج کو ذیل کے طور پر لکھو :-

لیکلانشوئی (ب۱) اور دانیالی (ب۲) کا مقابلہ

---

[1] اِس قاعدہ کا استعمال صرف اُس حالت میں مناسب ہے جب کہ خانوں کی ق م ب میں کم از کم ۲۰ فی صدی کا اختلاف ہو۔

خانے	اِنصراف: شرقی سرا	اِنصراف: غربی سرا	اوسط اِنصراف (θ)	مس θ
اتحاد میں ب$_1$ + ب$_2$	(۱) (۲)		= θ$_1$	= مس θ$_1$
اختلاف میں ب$_1$ - ب$_2$	(۱) (۲)		= θ$_2$	= مس θ$_2$

اِن مقدمات سے مساواتِ بالا کے ذریعہ نسبت $\frac{ب_1}{ب_2}$ کی قیمت معلوم کرو۔

سادہ برقی دَور میں (جو بہت بڑی مزاحمت اور آئینہ دار مقناطیسی برق پیما پر مشتمل ہو) جو رَو پیدا ہوتی ہے وہ کُلیۂ اوہم کے رُو سے خانہ کی ق م ب کی تناسب ہوتی ہے۔ مختلف نمونوں کے خانوں کو اِس قسم کے دَور میں رکھ کر اور رَو کا مقابلہ کرکے ہم اِن خانوں کی ق م ب کا مقابلہ کر سکتے ہیں۔ اگر دَور میں بہت بڑی مزاحمت داخل ہو تو خانوں کی اندرونی مزاحمت کو نظر انداز کر دینے میں کوئی ہرج نہیں۔ اور اگر آئینہ دار مقناطیسی برق پیما حسّاس ہو تو اُس کے اِنصرافوں کو ہم اُس رَو کا تناسب تصور کر سکتے ہیں جس سے یہ

اِنصراف پیدا ہوتے ہیں۔

تجربہ ۶۹ — وولٹائی خانوں کی ق م ب کا مقابلہ اِنصراف کے قاعدہ سے۔ مقناطیسی برق پیما، بہت بڑی مزاحمت، منقلّب اور کسی ایک خانہ کو مسلسل ترتیب میں جوڑو۔ اور مزاحمت کو اِس طرح ترتیب دو کہ اِنصراف میں اعتدال پیدا ہو جائے۔ اِنصراف کو دیکھ لو اور پھر رَو کو اُلٹ کر دوبارہ اِنصراف دیکھو۔ نتائج کو ذیل کے طور پر درج کرو:—

خانہ	اِنصراف		اوسط اِنصراف
	دائیں	بائیں	

اِن مقدمات سے مدد لے کر مختلف خانوں کی ق م ب دانیالی خانہ کی اِضافت سے معلوم کرو۔

خانوں کی ترتیب

خانوں کو باہم ترتیب دے کر مورچہ بنانے کے

مختلف قاعدے ہم پہلے بیان کر چکے ہیں - اب اِن ترتیبوں کے متعلق چند ضروری باتوں سے بحث کرتے ہیں -

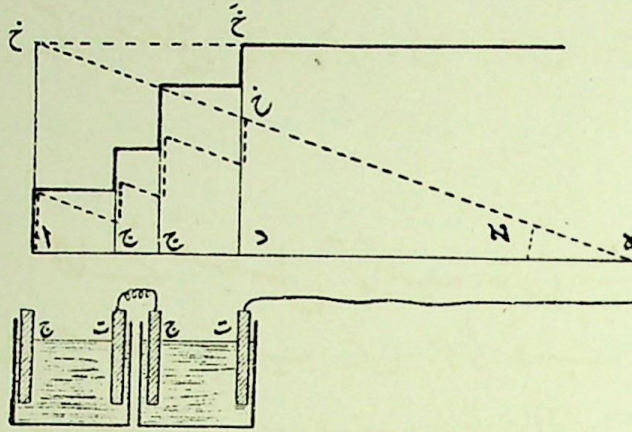
خانے مسلسل ترتیب میں ——— اگر ع خانے مسلسل ترتیب میں جوڑ دیئے گئے ہوں اور اگر ہر خانہ کی ق م ب اور اندرونی مزاحمت علی الترتیب ب اور ز ہوں تو

مجموعی ق م ب = ع ب

مجموعی اندرونی مزاحمت = ع ز

پس کُلیئہِ اوٗہم کے رُو سے

$$ر = \frac{ع ب}{ر + ع ز} \quad (1)$$

شکل ۲۷۳ میں دو خانوں کا مورچہ مسلسل ترتیب سے مرتّب کیا گیا ہے - تسلسل خط دَور کے اُس وقت کے قوّہ کی تعبیر ہیں جب کہ دَور کُھلا ہو اور نقطوںدار خط دَور کے اُس وقت کے قوّہ کو تعبیر کرتے ہیں جب کہ دَور مکمل کر دیا گیا ہو - طول ا ج اور ج د خانوں کی اندرونی مزاحمتوں کو تعبیر کرتے ہیں - اور طول د ہ بیرونی مزاحمت کی تعبیر ہے - ا خ (یا د خَ) مجموعی

شکل ۷۳

ایک ایسے سادہ دَور کے قُوّہ کی ترسیم جو مسلسل ترتیب میں رکھے ہوئے دو خانوں پر مشتمل ہے۔

ق م ب کی تعبیر ہے۔ رَو نسبت $\frac{\text{اخ}}{\text{اہ}}$ (یعنی ظلہ) سے تعبیر کی گئی ہے۔

دَور کو مکمل کرنے سے پہلے، مورچے کے سِروں کا اختلافِ قُوّہ د خَ ہے۔ لیکن جونہی کہ دَور مکمل کر دیا جاتا ہے یہ اختلافِ قُوّہ گھٹ کر د خ ہو جاتا ہے۔ مجموعی ق م ب کا مابقا (یعنی خَ خ) دونوں خانوں کی اندرونی مزاحمت اور واصل تار ج ج کی مزاحمت کو مغلوب کرنے میں صَرف ہوتا ہے۔ واصل تار ج ج کی مزاحمت عموماً نہایت کم ہوتی ہے۔ اِس لئے وہ نظر انداز

ہو سکتی ہے -

ظاہر ہے کہ اِس حالت میں مساوات (۱) کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی :-

ر = ۲ب / (نر + ۲ز)

خاص حالت ——— فرض کرو کہ ع خانوں میں سے ایک خانہ اتفاقاً معکوس ہو گیا ہے اور اِس لئے متضاد سمت میں رَو بھیجنے کا متقاضی ہے - اِس صورت میں آخری نتیجہ کیا ہوگا؟ ظاہر ہے کہ اِس صورت میں (ع - ۱) خانے ایک سمت میں برقی رَو بھیجنے کے متقاضی ہیں - اِن خانوں کی مجموعی ق م ب = (ع-۱) ب - اور ایک خانہ رَو کو معکوس کر دینا چاہتا ہے - اِس خانہ کی ق م ب = ب - لہٰذا

حاصل ق م ب = (ع - ۱) ب - ب

= (ع - ۲) ب

بناءبریں کُلیۂ اوہم کے رُو سے

ر = (ع - ۲) ب / (نر + ع ز)

خانے متوازی ترتیب میں ——— اگر ع خانے متوازی ترتیب میں ہوں تو جیسا کہ ہم

پہلے بتا چکے ہیں اِن کی مجموعی ق م ب ایک خانہ کی ق م ب کے برابر ہوگی - یعنی اِس صورت میں یہ تمام ترتیب ایک ایسے بڑے سے خانہ کی مترادف ہوگی جس کے پترے اِس ترتیب کے ایک خانہ کے پتروں سے ع گُنا بڑے ہوں - اِس لئے اگر ایک خانہ کی مزاحمت ز ہو تو

$$\text{مجموعی اندرونی مزاحمت} = \frac{\text{ز}}{\text{ع}}$$

اور کُلیۂ اوُہم کے رُو سے

$$\text{ر} = \frac{\text{ب}}{\text{ر} + \frac{\text{ز}}{\text{ع}}} \qquad (۲)$$

اگر خانے ع قطاروں میں مرتّب کئے گئے ہوں اور ہر قطار میں ن خانے مسلسل ترتیب میں رکھے ہوں تو ہر قطار کی مزاحمت ن ز ہوگی - اِن پہلو بہ پہلو رکھی ہوئی ع قطاروں سے وُہی نتیجہ پیدا ہوگا جو ہر خانہ کے پتروں کو ع گُنا بڑا کر دینے سے حاصل ہو سکتا ہے - اور مجموعی اندرونی مزاحمت $\frac{\text{ن ز}}{\text{ع}}$ ہوگی - پھر ظاہر ہے کہ مجموعی ق م ب وُہی ہونی چاہئے جو ن واحد خانوں کو مسلسل ترتیب میں رکھنے سے حاصل ہو سکتی ہے - یعنی

$$\text{مجموعی ق م ب} = \text{ن ب}$$

اور کُلیۂ اوہم کے رُو سے

$$ر = \frac{ن ب}{ر + \frac{ن ز}{ع}} \quad (۳)$$

عظیم ترین رَو کے لئے خانوں کی ترتیب

________ مساوات (۱) سے ظاہر ہے کہ اگر مزاحمت ر کے مقابلہ میں مزاحمت ز بہت کم ہو تو اِس صورت میں حاصل شدہ رَو تقریباً خانوں کی تعداد کی تناسب ہوتی ہے۔ اور اگر ز کے مقابلہ میں ر بہت کم ہو تو اِس صورت میں خانوں کی تعداد بڑھانے سے رَو میں کوئی اِضافہ نہیں ہوتا۔ کیونکہ مجموعی مزاحمت (ر + ع ز) بھی اُسی نسبت سے بڑھ جاتی ہے جس نسبت سے ق م ب میں اِضافہ ہوتا ہے۔ جب یہ حال ہو تو اندرونی مزاحمت کو گھٹا دینے کے لئے خانوں کو متوازی ترتیب میں رکھنا چاہیئے۔ ریاضی سے ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ عظیم ترین رَو، خانوں کی اُس ترتیب سے حاصل ہوتی ہے جس میں اندرونی مزاحمت بیرونی مزاحمت کے برابر ہو جائے۔

مثال ۱ ________ ایک مورچہ تین خانوں پر مشتمل ہے۔ اِس کے قطب ایک ایسے تار کے ذریعہ باہم

ملا دیئے گئے ہیں جس کی مزاحمت ۵ء۰ اوہم ہے۔ ہر خانہ
کی اندرونی مزاحمت ۲ اوہم اور ق م ب ۱ وولٹ ہے۔
مندرجہ ذیل صورتوں میں رَو کی طاقت کیا ہوگی :—

(ا) تین خانے مسلسل ترتیب میں ہیں۔
(ب) دو خانے مسلسل ترتیب میں ہیں۔
(ج) تین خانے متوازی ترتیب میں ہیں۔

(ا) ر = ع ب / (نر + ع ز)

= ۳ / (۶ + ۰ء۵)

= ۳ / ۶ء۵

= ۰ء۴۶ ایمپیری

(ب) ر = ع ب / (نر + ع ز)

= ۲ / (۴ + ۰ء۵)

= ۲ / ۴ء۵

= ۰ء۴۴ ایمپیری

(ج) ر = ب ÷ (ز + ز/ع)

= ۱ ÷ (۲/۳ + ۰٫۵)

= ۱ ÷ ۱٫۱۶

= ۰٫۸۶ امپیری

اِس سے ظاہر ہے کہ دو خانوں سے تقریباً اُتنی ہی رَو پیدا ہوتی ہے جتنی کہ تین خانوں سے۔ اور اگر تین خانے متوازی ترتیب میں ہوں تو اِس صورت میں مقابلۃً بہت بڑی رَو حاصل ہوتی ہے۔

مثال ۲ ـــــ مثال ۱ میں بیرونی مزاحمت کو بہت زیادہ کر دو اور وُہی باتیں معلوم کرو۔ فرض کرو کہ

ز = ۲۰ اوہم

اِس صورت میں

(ا) ر = ۳ ÷ (۶ + ۲۰)

= ۳ ÷ ۲۶

= ۰٫۱۱۵ امپیری

(ب) ر = $\frac{۲}{۴ + ۲۰}$

= $\frac{۲}{۲۴}$

= ۰٫۰۸۳ اَمپیری

(ج) ر = $\frac{۱}{\frac{۲}{۳} + ۲۰}$

= $\frac{۱}{۲۰٫۱۶}$

= ۰٫۰۴۹ اَمپیری

(د) اگر خانہ ایک ہو تو

ر = $\frac{۱}{۲ + ۲۰}$

= $\frac{۱}{۲۲}$

= ۰٫۰۴۵ اَمپیری

اِس صورت میں ظاہر ہے کہ مسلسل ترتیب میں رکھے ہوئے خانوں کی تعداد بڑھا دینا مفید ہے ۔ اور یہ بھی ظاہر ہے کہ ایک خانہ سے تقریباً اُتنی ہی رَو حاصل ہوتی ہے جتنی کہ متوازی ترتیب میں رکھے ہوئے گئی خانوں سے ۔

تجربہ ۸ ——— زیادہ اور کم مزاحمتوں کے لئے خانوں کی ترتیب

——— ۱۰۰ اوہم کی مزاحمت مقلّب، مماسی مقناطیسی برق پیما اور ایک لیکلانشوی خانہ، کو مسلسل ترتیب میں رکھو - اور انصراف کو دیکھ لو - پھر دو خانوں کو اور اس کے بعد تین خانوں کو مسلسل ترتیب میں رکھ کر یہی تجربہ کرو - اور انصراف کاغذ پر لکھ لو - اس کے بعد تین خانوں کو متوازی ترتیب میں رکھ کر یہی تجربہ کرو -

۱۰۰ اوہم کی بجائے ۵ اوہم مزاحمت استعمال میں لاکر یہی تجربہ کرو - نتائج ذیل کے طور پر لکھتے جاؤ :-

لیکلانشوی خانے	مزاحمت	انصراف		اوسط انصراف ٩	مس ٩
		شرقی سرا	غربی سرا		
۱ خانہ	۵ اوہم				
۲ خانے مسلسل ترتیب میں	"				
۳ خانے مسلسل ترتیب میں	"				
۳ خانے متوازی ترتیب میں	"				

ان نتائج پر غور کرو اور دیکھو کہ جب مزاحمت زیادہ ہے اُس وقت عظیم ترین رَو، خانوں کی کونسی ترتیب سے حاصل ہوتی ہے - اور جب مزاحمت کم ہے اُس وقت کونسی ترتیب سے حاصل ہوتی ہے -

ساتویں فصل کی مشقیں

۱- تم کس طرح ثابت کرو گے کہ تانبے کا تار، لوہے کے مشابہ تار کے مقابلہ میں، برق کا بہتر مُوصِل ہے؟ اِس مطلب کے لئے جو آلہ استعمال کرنا چاہتے ہو اُس کا خاکہ بناؤ۔

۲- وولٹائی مورچہ سے کیا مُراد ہے؟ تم کس طرح ثابت کرو گے کہ وولٹائی مورچہ کوئی مستقل مورچہ نہیں؟

۳- دانیالی خانہ کی ساخت بیان کرو۔ اگر دانیالی اور گرووِی خانوں میں باری باری سے کسی لمبے باریک چکّر کے رستے رَو جاری کی جائے تو دونوں میں سے کس کی رَو زیادہ طاقتور ہوگی اور کیوں ہوگی؟

۴- جہاں تک ممکن ہو، دو مختلف مورچوں کی طاقت کا مقابلہ کرنے کے لئے ایک قاعدہ، مفصل بیان کرو۔

۵- اوہم کا کُلیہ بیان کرو اور اِس کی الجبری تعبیر میں جو علامتیں استعمال کی جاتی ہیں اُن کی توضیح کرو۔

ایک برقی لمپ کو جب ۱۰۰ وولٹ کے دَور میں جوڑ دیتے ہیں تو اُس میں ۰٫۵ اَمپیری کی رَو آتی ہے۔

اِس لمپ کی مزاحمت کیا ہے؟

٦ - ایک واحد خانہ لمبے لمبے باریک تاروں کے ذریعہ مقناطیسی برق پیما سے جوڑ دیا گیا ہے - اور اِس برق پیما میں ١٠° کا اِنصراف پیدا ہوتا ہے - اگر اِس خانہ کے ساتھ ایک اَور ویسا ہی خانہ متوازی ترتیب میں جوڑ دیا جائے تو اِنصراف ١١° ہو جاتا ہے - لیکن اِن خانوں کی ترتیب اگر مسلسل ہو تو اِنصراف ١٩° تک پہنچ جاتا ہے - اِن واقعات کی توضیح کرو -

٧ - دانیالی خانہ میں تقطیب کو روکنے کے لئے کیا تدبیر اختیار کی جاتی ہے؟ مندرجہ ذیل باتوں میں بڑے سے دانیالی خانہ اور چھوٹے سے دانیالی خانہ کا فرق بیان کرو:-

(ا) قوت محرکۂ برق

(ب) مزاحمت

٨ - ١٠٠ گروِوی خانوں کو مسلسل ترتیب میں رکھنا منظور ہے - لیکن غلطی سے ١٠ خانے اُلٹے جوڑ دیئے گئے ہیں - دَور کے کُھلا ہونے کی حالت میں اِس مورچہ کے سِروں کے درمیان جو اختلافِ قُوہ حاصل ہوتا ہے اُس کا اُس اختلافِ قُوہ سے کیا رشتہ ہے جو غلطی کو دفع کر دینے کی صورت میں حاصل ہونا چاہیئے؟

٩ - دوُلٹائی خانہ کی قوت محرکۂ برق سے کیا

مُراد ہے؟ تمہیں اگر دو خانے دے دیئے جائیں تو تم کس طرح معلوم کروگے کہ اِن میں کس کی قوّت محرکۂ برق زیادہ ہے؟

۱۰- تمہیں دو وؤلٹائی خانے دیئے گئے ہیں جو بالکل ایک دُوسرے کے مشابہ ہیں۔ اِن خانوں کو جب مسلسل ترتیب میں رکھ کر سادہ دَور میں داخل کرتے ہیں تو اِن سے جو رَو حاصل ہوتی ہے وہ اُس رَو سے ٹھیک دو چند نہیں ہوتی جو اِسی دَور میں اِن میں سے کسی ایک خانہ سے حاصل ہوتی ہے۔ اِس اختلاف کی وجہ بیان کرو۔

۱۱- دو تار ایسے ہیں کہ جب مسلسل ترتیب میں رکھے ہوں تو اُن کی مزاحمت ۱۵ اوُہم ہوتی ہے۔ اور جب متوازی ترتیب میں رکھے ہوں تو اُن کی مزاحمت ۶٫۳ اوُہم ہو جاتی ہے۔ اِن دونوں تاروں کی اپنی اپنی مزاحمت کیا ہے؟

۱۲- ایک تار کی مزاحمت ۲۰٫۵ اوُہم ہے۔ اِس کے ساتھ متوازی ترتیب میں کتنی مزاحمت کا تار مِلانا چاہیئے کہ مجموعی مزاحمت ۲۰ اوُہم ہو جائے؟

۱۳- ایک مماسی مقناطیسی برق پیما جس کی مزاحمت ۶٫۵ اوُہم ہے، ۳٫۲۵ اوُہم کی مزاحمت سے متوازی ترتیب میں جوڑ دیا گیا ہے۔ اِس برق پیما کا تحویلی جُز ۰٫۳۰ ہے۔

اگر انصراف ۳۰° ہو تو اِس دَور میں سے گزرنے والی مجموعی رَو کیا ہوگی ؟

۱۴ - دو دانیالی خانے ایسے ہیں کہ اُن میں ایک خانہ دُوسرے خانہ سے دو چند بڑا ہے ۔ اِن کے مثبت قطب چھوٹے سے تار کے ذریعہ باہم جوڑ دیئے گئے ہیں ۔ اور منفی قطبوں کو ایک لمبے باریک تار کے ذریعہ ایک دُوسرے سے جوڑ کر دَور مکمل کر دیا گیا ہے ۔ کیا اِس دَور میں برقی رَو جاری ہوگی ؟ جواب کے ساتھ دلائل بھی بیان کرو ۔

۱۵ - ایک وولٹائی خانہ کی ق م ب ۲ وولٹ ہے اور مزاحمت ۰٫۵ اوہم ۔ اِس خانہ کے قطب تین تاروں کے ذریعہ ایک دُوسرے سے جوڑ دیئے گئے ہیں ۔ ایک تار کی مزاحمت ۱ اوہم ، دُوسرے کی ۲ اوہم ، اور تیسرے کی ۳ اوہم ہے ۔ اور تینوں تار مسلسل ترتیب میں ہیں ۔ بتاؤ درمیانی تار کے سِروں کا اختلافِ قوّہ کیا ہوگا ۔

۱۶ - تمہیں چار وولٹائی خانے دیئے گئے ہیں ۔ جن میں سے ہر ایک کی ق م ب ۲ وولٹ اور مزاحمت ۰٫۲ اوہم ہے ۔ اگر بیرونی مزاحمتیں علی الترتیب ۰٫۱ اوہم اور ۱ اوہم ہوں تو مندرجہ ذیل صورتوں میں کتنی کتنی طاقت کی رَو پیدا ہوگی :—

(ا) جب کہ خانے متوازی ترتیب میں ہوں ۔

(ب) جب کہ خانے مسلسل ترتیب میں ہوں -

خانوں کی اِن ترتیبوں میں، بیرونی مزاحمت کی دونوں حالتوں میں، مزاحمت کے سِروں کا اختلافِ قوّہ کیا ہوگا؟

۱۷ - ایک ذخیرہ کا خانہ جس میں پتروں کا صرف ایک جوڑا رکھا ہے ۸ءہ اوہم مزاحمت کے تار سے جوڑ دینے پر اُتنی ہی رَو دیتا ہے جتنی کہ ایک اَور ایسے ہی خانہ سے حاصل ہوتی ہے بحالیکہ اُس کے پترے دو چند بڑے، دو چند گہرے، اور ایک دُوسرے سے دو چند فاصلے پر، رکھے ہوں اور ۹ءہ مزاحمت کے تار سے باہم جوڑے گئے ہوں - اِن دونوں خانوں کی مزاحمت معلوم کرو -

ذخیرہ کے خانہ میں وسیع سطح کے پترے کیوں استعمال کئے جاتے ہیں ؟

۱۸ - ایک مورچہ ایسا ہے کہ اگر بیرونی دَور ناکمل ہو تو اُس کے قطبوں کے درمیان ق م ب ۱۲ وولٹ ہوتی ہے - اور جب دَور ایک ایسی مزاحمت کے ذریعہ کمل کر دیا جاتا ہے کہ ۶ امپیری کی رَو جاری ہو جائے تو ق م ب ۱۰ وولٹ رہ جاتی ہے - اِس مورچہ کی مزاحمت معلوم کرو -

۱۹ - ایک دانیالی خانہ کا جستی قطب ایک گرووِی خانہ کے پلاٹینم (Platinum) والے قطب سے جوڑ دیا گیا ہے - اور اِن کے دُوسرے قطب ایک

مماسی مقناطیسی برق پیما کے ساتھ جُڑے ہوئے ہیں ۔ اِس صورت میں ۰٫۰۵۶۶۵ اَمپیری کی رَو پیدا ہوتی ہے۔ اِس کے بعد ہم دانیالی خانہ کے جستی قطب کو گرووی خانہ کے جستی قطب سے جوڑتے ہیں اور دونوں کے مثبت قطبوں کو اُن ہی تاروں کے ذریعہ اُسی مقناطیسی برق پیما سے جوڑ دیتے ہیں ۔ اِس صورت میں ۰٫۰۸۷۵ اَمپیری کی رَو پیدا ہوتی ہے ۔ اِن مقدمات سے اِن دو خانوں کی ق م ب کا تناسب معلوم کرو۔

۲۰ ۔ ایک مورچہ جس کی ق م ب ۱ وولٹ اور اندرونی مزاحمت ۱ اوہم ہے ایک ایسے مقناطیسی برق پیما کے ساتھ جوڑ دیا گیا ہے جس کی مزاحمت ۲ اوہم ہے۔ بتاؤ اِس دَور میں کتنی رَو جاری ہوگی۔ اگر اِس مقناطیسی برق پیما کے سِرے ۲ اوہم مزاحمت کے تار سے باہم جوڑ دیئے جائیں تو آلہ میں سے گزرنے والی رَو پر اِس کا کیا اثر ہوگا؟

۲۱ ۔ مورچہ کی اندرونی مزاحمت کون کون سی باتوں پر موقوف ہوتی ہے؟

۰٫۵ اوہم اندرونی مزاحمت کے دانیالی خانہ کے سِروں کو ایک ۰٫۵ اوہم مزاحمت کے تار سے ایک دُوسرے کے ساتھ جوڑ دینے پر تار میں برقی رَو جاری ہوگئی ہے ۔ اِس خانہ کے ساتھ اگر ایک اَور دانیالی خانہ مسلسل

ترتیب میں جوڑ دیا جائے اور رَو میں کوئی تغیر پیدا نہ ہو تو اِس دُوسرے خانہ کی مزاحمت کیا ہوگی ؟

یہ دو خانے اگر متوازی ترتیب میں جوڑے جائیں تو تارِ مذکور میں چلنے والی رَو کس نسبت سے متغیر ہوگی ؟ مفصل بیان کرو کہ یہ نتائج تم کس طرح پیدا کرتے ہو۔

۲۲- ۰۱ اوُہم مزاحمت کے تار میں برقی رَو جاری کرنے کے لئے چار خانے استعمال کئے گئے ہیں۔ ہر خانہ کی ق م ب ۲ وولٹ اور اندرونی مزاحمت ۰۱ اوُہم ہے۔ مندرجہ ذیل صورتوں میں جو برقی رَوئیں پیدا ہوتی ہیں اُن کا باہم مقابلہ کرو :-

(ا) خانے مسلسل ترتیب میں ہیں۔

(ب) خانے، دو متوازی ترتیب کی قطاروں میں ہیں - اور ہر قطار، مسلسل ترتیب میں رکھے ہوئے، دو خانوں پر مشتمل ہے۔

(ج) تمام خانے متوازی ترتیب میں ہیں۔

۲۳- ایک مقناطیسی برق پیما ۳ اوُہم مزاحمت کے ذریعہ ایک ایسے مورچہ کے ساتھ (ا) مسلسل ترتیب میں، (ب) متوازی ترتیب میں، جوڑ دیا گیا ہے جس کی ق م ب مستقل اور مزاحمت ناقابلِ لحاظ ہے۔ اِن دونوں صورتوں میں برق پیما جن رَوؤں کا نشان دیتا ہے وہ ۳ : ۴ کے تناسب میں ہیں۔ اِن مقدمات سے

اِس برق پیما کی مزاحمت معلوم کرو۔

۲۴ - ایک تار کو ۱ فُٹ قُطر کے دائرہ کی شکل میں موڑ لیا گیا ہے۔ اور دو نقطے ا اور ب جن کا درمیانی فاصلہ کُل محیط کا ایک چوتھائی ہے ایک ایسے مورچے کے قطبوں سے جوڑ دیئے گئے ہیں جس کی ق م ب ۲ وولٹ اور مزاحمت ۵ اوہم ہے۔ اگر اِس تار کے ایک فُٹ طول کی مزاحمت ۶ اوہم ہو تو مورچہ میں کتنی طاقت کی رَو ہوگی؟ اور اِس تار کے دونوں حِصّوں میں کتنی کتنی طاقت کی ہوگی؟

۲۵ - چار تار اب، ب ج، ج د، اور د ا، اِس طرح ترتیب دیئے گئے ہیں کہ اُن سے ایک مستطیل شکل بن گئی ہے۔ اِن تاروں کی مزاحمتیں علی الترتیب ا، ۲، ۳، ۴ اوہم ہیں۔ اس مستطیل کے مقابل زاویئے ا اور ج، ایک ایسے وولٹائی خانہ کے ساتھ جوڑ دیئے گئے ہیں جس کی ق م ب ۲ وولٹ ہے۔ اگر اِس صورت میں ا اور ج میں ۴، ا وولٹ کا اختلافِ قوّہ پیدا ہو تو ب اور د کا اختلافِ قوّہ کیا ہوگا؟

یہ بھی ثابت کرو کہ اگر ب اور د، تانبے کے موٹے تار کے ذریعہ مِلا دیئے جائیں اور اِس تار کی مزاحمت ناقابلِ لحاظ ہو تو ا ب کی رَو ا د کی رَو سے چوگنی ہوگی۔

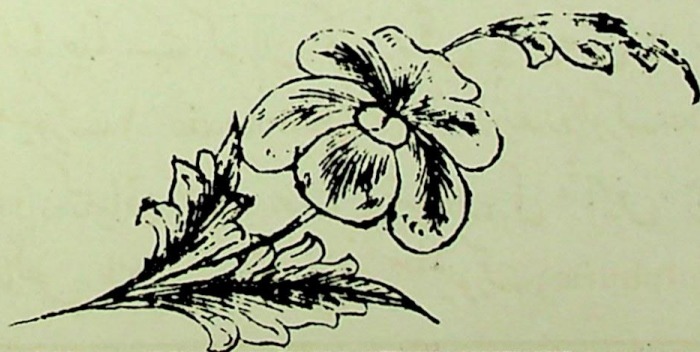
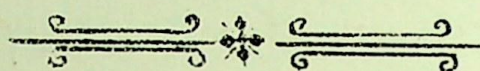
۲۶۔ ایک تار برقی کے سلسلہ کی مجموعی مزاحمت ۲۰۰۰ اوہم ہے ۔ اور اسی میں، اُن ضروری آلات کی مزاحمت بھی شامل ہے جو اس سلسلہ میں رکھے ہوئے ہیں ۔ اس تار برقی کو دانیالی خانوں سے کام میں لانا منظور ہے ۔ اگر ہر خانہ کی اندرونی مزاحمت ۸ اوہم اور ق م ب ۱٫۰۷ وولٹ ہو تو اس تار برقی کے سلسلہ میں ۰٫۰۲۵ امپیری کی رَو جاری کرنے کے لئے کتنے خانے درکار ہونگے ؟

۲۷۔ ایک آئینہ دار مقناطیسی برق پیما کی مزاحمت ۲۵۰ اوہم ہے ۔ اس کے رستے میں ایک ۲۵ اوہم مزاحمت کا موصل لگا دیا گیا ہے تاکہ رَو کا کچھ حصہ اِدھر چلا جائے ۔ ایک وولٹائی خانہ جس کی مزاحمت ناقابلِ لحاظ اور ق م ب ۱٫۵ وولٹ ہے ۱۰۰۰۰ اوہم کی مزاحمت کے ذریعہ اس مقناطیسی برق پیما کے ساتھ مسلسل ترتیب میں جوڑ دیا گیا ہے ۔ اور رَو نے ۲۰۰ درجوں کا انصراف پیدا کر دیا ہے ۔ اس مقناطیسی برق پیما کی حسّاسیت معلوم کرو ۔ یعنی یہ بات معلوم کرو کہ ایک درجہ انصراف پیدا کرنے کے لئے کتنی رَو درکار ہے ۔

۲۸۔ تانبے کے ۱۰۰ میٹر لمبے تار (۲۴/۷ قطر = ۰٫۰۵۵۹ سم) کی مزاحمت °۰ م پر ۶٫۶۳ اوہم ہے ۔ بتاؤ اِس تانبے کی نوعی مزاحمت کیا ہے ۔

۲۹- پارے کے ایک ۱۰۶ء۳ سم طول، اور ۱ مربع سم تراش عمودی، کے اُستوانہ کی مزاحمت °۰ہ پر ۱ اُوہم ہے۔ اِس پارے کی نوعی مزاحمت معلوم کرو۔

۳۰- متوازی ترتیب میں جوڑے ہوئے برقی لمپوں کو روشن کرنے کے لئے ۳۰ خانے استعمال کئے گئے ہیں۔ ہر خانہ کی ق م ب ۱ء۲ وُولٹ اور مزاحمت ۰٫۰۰۲ اُوہم ہے۔ اگر ہر لمپ کے لئے ۵۴ وُولٹ اختلافِ قُوّہ اور ۱ء۲۵ اَمپیری رَو درکار ہو تو زیادہ سے زیادہ کتنے لمپ استعمال کئے جا سکتے ہیں؟

۳۱- چند برقی لمپ ایسے ہیں کہ اُن میں ہر ایک کے لئے ۱۰۸ وُولٹ اختلافِ قُوّہ اور ۰٫۷۲ اَمپیری رَو درکار ہے۔ اِن لمپوں کو ایسے خانوں سے روشن کرنا منظور ہے جن میں ہر ایک کی ق م ب ۱ء۲ وُولٹ اور مزاحمت ۰٫۰۰۱۷ اُوہم ہے۔ کم از کم کتنے خانوں کو مسلسل ترتیب میں رکھنا چاہئے کہ اِس قسم کے متوازی ترتیب میں رکھے ہوئے ۲۰۰ لمپ کام میں لائے جا سکیں؟

آٹھویں فصل

برقی رَو کے کیمیائی اثر

برق پاشیدگی ——— برق کے تمام مُوصل دو گروہوں میں تقسیم ہو سکتے ہیں۔ یعنی :-

(ا) دھاتیں (ٹھوس یا پگھلی ہوئی)، پارا، اور وہ مایعات جن کا برقی رَو سے تجزیہ نہیں ہوتا۔

(ب) وہ مرکبات (پگھلے ہوئے یا محلول میں) جن کا برقی رَو سے تجزیہ ہو جاتا ہے۔

اِس دُوسری قسم کے مُوصلوں کو برق پاشیدہ کہتے ہیں۔ اور جب اِن میں برقی رَو چل رہی ہوتی ہے تو یوں کہا جاتا ہے کہ اِن کی برق پاشیدگی ہو رہی ہے۔ ہلکایا ہوا سلفیورک (Sulphuric) ترشہ، ہائیڈروکلورک (Hydrochloric) ترشہ، اور کیمیائی نمک، برق پاشیدوں کی مثالیں ہیں۔ حد درجہ کے خالص مایعات، مثلاً پانی، سلفیورک (Sulphuric) ترشہ، اور

الکوہل (Alcohol) کا یہ حال ہے کہ اِن کی برق پاشیدگی نہیں ہوتی۔

برق پاشیدوں میں برقی رَو جاری کرنے کا یہ طریقہ ہے کہ اُن میں دھات یا کاربن (Carbon) کی سلاخیں یا پترے رکھ دیئے جاتے ہیں جو برقی دَور میں داخل کئے ہوئے ہوتے ہیں۔ اِن میں سے ہر ایک کو برقیرہ کہتے ہیں۔ وہ برقیرہ جس سے برق پاشیدہ میں رَو داخل ہوتی ہے اُس کا نام زبر برقیرہ ہے اور وہ برقیرہ جس کے رستے برق پاشیدہ سے رَوخارج ہوتی ہے زیر برقیرہ کہلاتا ہے۔ عناصر' یا عناصر کے گروہ' جو برق پاشیدگی کے عمل سے مرکبات کے وجود میں سے آزاد ہوتے ہیں اُن کو **روانات** کہتے ہیں۔ وہ رواں جو زبر برقیرہ پر آزاد ہوتا ہے اُس کا نام زبر رواں ہے۔ اور وہ جو زیر برقیرہ پر آزاد ہوتا ہے اُسے زیر رواں کہتے ہیں۔

تجربہ ۱ — محلولوں کی برق پاشیدگی۔

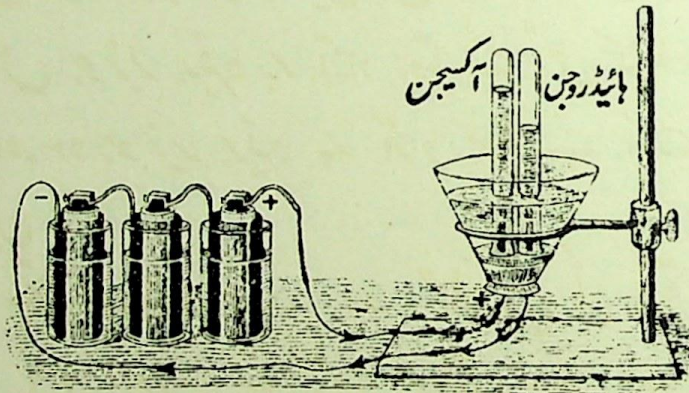
(ا) مورچہ کے قطبی تاروں کے ساتھ پلاٹینم (Platinum) کے چھوٹے چھوٹے تار جوڑو اور اِن تاروں کو گلاس میں رکھے ہوئے' ہلکائے ہوئے سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ میں ڈبو دو۔ دیکھو اِن تاروں سے گیس کے بُلبلے اُٹھ رہے ہیں۔

(ب) اِن تاروں کو کاپرسلفیٹ (Copper sulphate) کے محلول میں ڈبو دو۔ اور کچھ دیر تک رَو جاری رکھو۔ دیکھو زبر برقیرہ

پر کس طرح تانبے کی تہ جم گئی ہے۔ یہ بھی دیکھو کہ زبر برقیرہ پر کیا ہو رہا ہے۔ یہی تجربہ اب تانبے کے برقیروں پر کرو۔ کیا اِس صورت میں بھی وُہی نتائج پیدا ہوتے ہیں جو پلاٹینم (Platinum) کے برقیروں سے پیدا ہوئے ہیں۔

شکل ۷۴ میں ایک سادہ سی وضع کا آلہ دکھایا گیا ہے جو پانی کی برق پاشیدگی میں کام آتا ہے۔ اِس آلہ کو آبی کیمیائی برق پیما کہتے ہیں۔ اِستادہ کے سہارے جو برتن رکھا ہے وہ ایک شیشہ کے قیف سے بنایا گیا ہے۔ اِس کا نیچے والا مُنہ کاگ، اور پیرافینی موم کی تہ سے بند

ہائیڈروجن آکسیجن

شکل ۷۴

پانی کی برق پاشیدگی

کر دیا گیا ہے۔ کاگ میں سے جو تار گزرتے ہیں اُن کے سِروں پر پلاٹینم (Platinum) کی پتّیاں لگا دی گئی ہیں۔

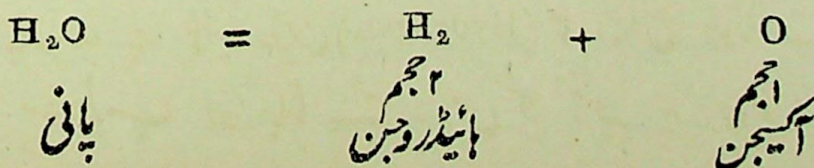
برتن کے اندر دو امتحانی نلیاں رکھی ہیں جن کے مُنہ پلاٹینم (Platinum) کی پتیوں پر ہیں۔ برتن میں اور اِن اِمتحانی نلیوں میں ہلکایا ہؤا سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ بھر دیا جاتا ہے۔ جب رَو گزرتی ہے تو زیر برقیرہ پر ہائیڈروجن (Hydrogen) آزاد ہوتی ہے اور زبر برقیرہ پر آکسیجن (Oxygen)۔

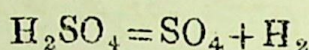
تجربہ نمبر ۷۲ ـــــ **پانی کی برق پاشیدگی۔**

آبی کیمیائی برق پیما کے قیف کو ہلکائے ہوئے سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ سے تقریباً بھر دو۔ اِسی تُرشہ سے امتحانی نلیوں کو بھی بھر دو اور پھر اِن نلیوں کو پلاٹینم (Platinum) کی پتّیوں پر اُلٹ کر رکھ دو۔ اب تانبے کے تاروں کو کم از کم دو خانوں کے بنسنی مورچہ کے قطبی تاروں سے جوڑ دو۔ دیکھو زبر رواں کے مقابلہ میں زیر رواں دو چند تیزی کے ساتھ نلی میں جمع ہو رہا ہے۔ کچھ دیر کے بعد دور کو توڑ دو اور امتحانی نلیوں کو اُن کے مُنہ پر احتیاط کے ساتھ اپنا انگوٹھا رکھ کر تُرشہ سے باہر نکال لو۔ پھر تجربوں سے اِس امر کی تصدیق کرو کہ زیر رواں ہائیڈروجن (Hydrogen) ہے اور زبر رواں آکسیجن (Oxygen)۔

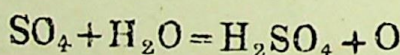
برق پاشیدگی کا نظریہ ـــــ پانی کی برق پاشیدگی کو ہم اِس طرح تعبیر کر سکتے ہیں:ـــ

$$H_2O = H_2 + O$$

H_2O	=	H_2	+	O
پانی		۲ حجم ہائیڈروجن		۱ حجم آکسیجن

اِس مساوات سے معلوم ہوتا ہے کہ پانی کی برق پاشیدگی کی نظری توجیہہ بہت سادہ ہے۔ لیکن حقیقت میں حال یہ نہیں۔ دیکھو اِس مساوات میں سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ کا کوئی ذکر نہیں آیا۔ حالانکہ اُس کا وجود اِس تجربہ کے لئے نہایت ضروری ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ برقیروں کے درمیان جو اختلافِ قوّہ پیدا ہوتا ہے اُس سے H_2SO_4 سالمات ذیل کے طور پر ٹوٹ جاتے ہیں:-

$$H_2SO_4 = SO_4 + H_2$$

اِس ہائیڈروجن (Hydrogen) کو زیر برقیرہ کھینچ لیتا ہے اور وہاں جاکر وہ آزاد ہو جاتی ہے۔

کیب دوان (SO_4) کو زبر برقیرہ کی طرف کشش ہوتی ہے اور وہاں پہنچ کر وہ پانی کے سالمہ پر حسبِ ذیل عمل کرتا ہے:-

$$SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O$$

اور اِس طرح پھر سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ بن جاتا ہے اور آکسیجن (Oxygen) آزاد ہو جاتی ہے۔

تمہیں یاد ہوگا کہ سادہ وولٹائی خانہ میں جب تانبے کے پترے پر ہائیڈروجن (Hydrogen) کا اجتماع ہوتا ہے تو خانہ مقطّب ہو جاتا ہے۔ اِس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ

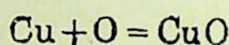
خانہ میں معکوس ق م ب نمودار ہوتی ہے۔ کیونکہ ہائیڈروجن (Hydrogen) ایک ایسا عنصر ہے جو بہت جلد آکسیڈائیز (Oxidise) ہو جاتا ہے۔ اور اِس اعتبار سے وہ گویا سادہ وولٹائی خانہ کے جستی پترے کی طرح عمل کرتا ہے۔

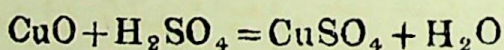
آبی کیمیائی برق پیما میں بھی یہ معکوس ق م ب پیدا ہوتی ہے۔ اگر مورچہ کی مجموعی ق م ب = ب اور کیمیائی برق پیما کی معکوس ق م ب = بَ تو پورے دَور کے لئے ق م ب کا حاصل ب ۔ بَ ہوگا۔ اور یہ ظاہر ہے کہ رَو کو اِس حاصل ق م ب پر بلا واسطہ موقوف ہونا چاہیئے۔ اب اگر بَ = ب، تو اِس صورت میں رَو کا کوئی شائبہ پیدا نہیں ہو سکتا۔

آبی کیمیائی برق پیما میں بَ = ۱٫۴۷ وولٹ۔ اِس بناء پر پانی کی برق پاشیدگی کے لئے ضروری ہے کہ مورچہ کی ق م ب اِس مقدار سے زیادہ ہو۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ پانی کی برق پاشیدگی کے لئے ایک ہی بنسنی خانہ (ق م ب = ۱٫۹ وولٹ) کیوں کافی ہوتا ہے اور خانہ اگر دانیالی (ق م ب = ۱٫۰۷) ہو تو اِس مطلب کے لئے اِس قسم کے کم از کم دو خانوں کی کیوں ضرورت پڑتی ہے۔

ہلکائے ہوئے تُرشہ کی بجائے اگر کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) استعمال کیا جائے تو زیر برقیرہ پر ہائیڈروجن (Hydrogen) کی

بجائے تانبا آزاد ہوتا ہے۔ اور زبر برقیرہ پر وُہی آبی کیمیائی برق پیما کے سے تغیر ظہور میں آتے ہیں۔ چونکہ تانبا ہائیڈروجن (Hydrogen) کی طرح جلد آکسیڈائیز (Oxidise) نہیں ہوتا اِس لئے آبی کیمیائی برق پیما کے مقابلہ میں یہاں معکوس ق م ب کم ہوتی ہے۔ لیکن یہ بات صرف پلاٹینم کے برقیروں پر صادق آتی ہے۔ اگر تانبے کے برقیرے استعمال کئے جائیں تو واقعات کی صورت اور ہوجاتی ہے۔ اِس صورت میں یہ ضروری نہیں کہ آکسیجن (Oxygen) آزاد ہو جائے۔ کیونکہ ممکن ہے کہ وہ تانبے کے زبر برقیرہ سے ترکیب کھائے اور کاپر آکسائیڈ (Copper Oxide) بنا دے:-

$$Cu + O = CuO$$

اگر سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ موجود ہو تو یہ CuO کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) بنادیتا ہے:-

$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$$

اِس تعامل کی وسعت تُرشہ کی مقدار موجود پر موقوف ہے۔ لیکن اِس میں شک نہیں کہ اگر ابتدائی برق پاشیدہ میں تُرشہ ڈال دیا جائے تو یہ تعامل یقینی ہو جاتا ہے۔ علاوہ بریں یہ تعامل اِس اعتبار سے بھی بہت اہم ہے کہ اِس کی وجہ سے معکوس ق م ب کی پیدائش کا اِمکان نہیں رہتا۔

کیونکہ کیمیائی توانائی جو زیر برقیرہ پر تانبے کو محلول سے جدا کرنے میں صرف ہوتی ہے زبر برقیرہ پر اتنے ہی وزن کے تانبے کے حل ہونے سے اُس کا نقصان پورا ہو جاتا ہے۔
یہ بات بھی قابلِ لحاظ ہے کہ زبر برقیرہ پر $CuSO_4$ کے بنتے رہنے سے محلول کی طاقت ایک حال پر قائم رہتی ہے۔

فیراڈے[1] کے کُلیاتِ برق پاشیدگی

فیراڈے نے ۱۸۳۳ء میں برق پاشیدگی کے واقعات کی پوری پوری تحقیقات کی۔ اور اس تحقیقات سے مندرجہ ذیل کُلیات کا استنباط کیا:-

(ا) رَو کے آزاد کئے ہوئے رواں کی کمیت برق پاشیدہ میں سے گزری ہوئی مقدارِ برق کی متناسب ہوتی ہے۔

اِس سے ظاہر ہے کہ رَو کے پیدا کئے ہوئے کیمیائی تعامل کی مقدار رَو کی طاقت اور رَو کی مدّت پر موقوف ہونی چاہئے۔ اِس لئے اگر کمزور رَو کسی خاص مدّت تک چلتی رہی ہو تو اثر کے اعتبار سے وہ اُس طاقتور رَو کے برابر ہوگی جس کی مدت اِسی نسبت سے کم ہے۔

(ب) اگر کئی ایک مختلف برق پاشیدے ایک ہی دَور میں رکھے ہوں تو آزاد شدہ رواںات کی

[1] Faraday

اضافی کمیتیں اُن کے کیمیائی معادلوں کی متناسب ہوتی ہیں۔

کسی عنصر کے کیمیائی معادل سے اُس عنصر کا وہ وزن مُراد ہے جو کیمیائی اکائی وزن ہائیڈروجن (Hydrogen) کا مساوی ہوتا ہے۔ اِس کو عدداً

$$\text{کیمیائی معادل} = \frac{\text{وزنِ جوہر}}{\text{گرفت}}$$

سے تعبیر کرسکتے ہیں۔ اور کسی عنصر کی گرفت سے وہ عدد مُراد ہے جو اِس بات کو تعبیر کرتا ہے کہ اِس عنصر کا ایک جوہر ہائیڈروجن (Hydrogen) کے کتنے جوہروں کے ساتھ ترکیب کھا سکتا ہے یا کسی مُرکب میں ہائیڈروجن (Hydrogen) کے کتنے جوہروں کا قائم مقام ہو سکتا ہے۔

برقی کیمیائی مُعادل ـــــــ کسی عنصر کے برقی کیمیائی معادل سے اُس عنصر کا وہ وزن (گراموں میں) مُراد ہے جو برق کی اِکائی مقدار (اکُولم) سے حاصل ہوتا ہے۔ یہ امر نہایت ضروری ہے کہ کم از کم کسی ایک عنصر کا برقی کیمیائی معادل نہایت صحت کے ساتھ دریافت کر لیا جائے۔ پھر فیراڈے کے دُوسرے کلیہ کے رُو سے اور عناصر کے برقی کیمیائی معادل معلوم کرنے میں ہم اِس سے کام لے سکتے ہیں۔ لارڈ ریلے[1] نے

---

[1] Lord Rayleigh

معلوم کیا ہے کہ ایک کُولم برق ۰٫۰۰۱۱۱۸ گرام چاندی کو اُس کے مرکب سے جُدا کرتی ہے۔ یعنی اِتنے وزن کی چاندی ایک اَمپیری رَو کے ایک ثانیہ تک جاری رہنے سے حاصل ہو سکتی ہے۔ پس اِس مضمون سے اَمپیری کے لئے ایک نہایت مفید تعریف پیدا ہوتی ہے۔

چونکہ چاندی کا کیمیائی مُعادِل ۱۰۷٫۰۷ ہے
اِس لئے ہائیڈروجن (Hydrogen) کا برقی کیمیائی مُعادِل

$$\frac{۰٫۰۰۱۱۱۸}{۱۰۷٫۰۷} = ۰٫۰۰۰۰۱۰۴۴$$

اِسی طرح اَور عناصر کے برقی کیمیائی مُعادِل بھی معلوم ہو سکتے ہیں۔

برقی کیمیائی مُعادِل

عنصر	کیمیائی مُعادِل	برقی کیمیائی مُعادِل (گرام فی کُولم)
چاندی	۱۰۷٫۰۷	۰٫۰۰۱۱۱۸
ہائیڈروجن (Hydrogen)	۱٫۰۰	۰٫۰۰۰۰۱۰۴۴
آکسیجن (Oxygen)	۷٫۹۳۵	۰٫۰۰۰۰۸۲۸۵
تانبا	۳۱٫۵۴	۰٫۰۰۰۳۲۹۳
نِکل (Nickel)	۲۹٫۱۲	۰٫۰۰۰۳۰۴۰
سونا	۶۵٫۲۱	۰٫۰۰۰۶۸۰۸

مثال ——— اگر نِکّل (Nickel) کا برقی کیمیائی مُعادِل ۰٫۰۰۰۳۰۴ ہو تو ۱۰۰۰ مربع سمر سطح پر نِکّل (Nickel) کی ۰٫۰۱ مِم موٹی تہ چڑھانے کے لئے کتنی برق درکار ہوگی؟ نِکّل (Nickel) کی کثافت = ۸٫۸ گرام فی مکعب سمر۔

مطلوبہ نِکّل (Nickel) کا حجم = ۰٫۰۰۱×۱۰۰۰

= ۱۰ مکعب سمر

مطلوبہ نِکّل (Nickel) کی کمیت = ۱۰ × ۸٫۸

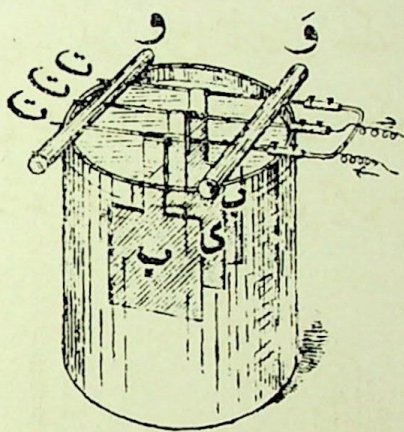
= ۸۸ گرام

لہٰذا مطلوبہ مقدارِ برق = $\frac{۸۸}{۰٫۰۰۰۳۰۴}$

= ۲۸۹۶۰۰ کُولمب

کیمیائی برق پیما ——— کئی ایک عناصر کے برقی کیمیائی مُعادِل نہایت صحت کے ساتھ معلوم ہو چکے ہیں۔ اِس لئے ہم رَو کا اندازہ کرنے کے لئے برق پاشیدگی کے عمل سے بخوبی کام لے سکتے ہیں۔ اور کمزور رَو کا اندازہ کرنے کے لئے تو یہ قاعدہ خاص طور پر مفید ہے۔ اِس مطلب کے لئے جو آلہ وضع کیا جاتا ہے اُس کو کیمیائی برق پیما کہتے ہیں۔

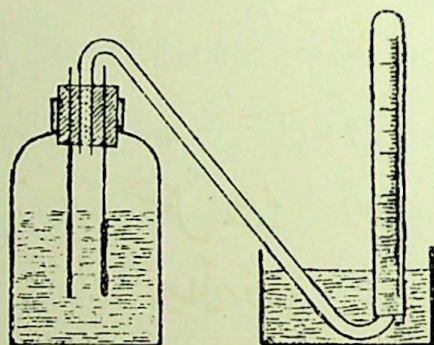
(ا) تانبے کا کیمیائی برق پیما

شکل ۷۵ میں اِس برق پیما کی ایک آسان سی صورت دکھائی گئی ہے۔ اِس میں تانبے کے دو پترے جو پہلوؤں کی طرف ہیں وہ زبر برقیرہ کا کام دیتے ہیں۔ اور درمیانی پترا زیر برقیرہ کا کام دیتا ہے۔ یہ پترا دُوسرے پتروں سے

شکل ۷۵
کیمیائی برق پیما

بہت چھوٹا ہونا چاہئے۔ تینوں پترے تانبے کے تاروں کے ساتھ لٹک رہے ہیں۔ شکل میں یہ تار 'ت' سے تعبیر کئے گئے ہیں۔ اِن تاروں کو ولکنائیٹ (Vulcanite) کی دو سلاخیں و اور وَ سنبھالے ہوئے ہیں۔ اِس آلہ میں کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کا ۱۵ فی صدی محلول استعمال کیا جاتا ہے۔ اور محلول میں فی میتر ۵ مکعب سم مُرتکز

سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ مِلا دیا جاتا ہے۔ زیر برقیرہ اِتنا بڑا ہونا چاہیئے کہ رَو کی ہر ایک اَمپیری کو ۵۰ مربع سمر سطح میسّر آسکے۔

(ب) آبی کیمیائی برق پیما ــــــــ شکل ۷۵ کو دیکھو۔ یہ آبی کیمیائی برق پیما کی تصویر ہے۔ اِس میں پلاٹینم (Platinum) کے دو تار ربڑ کی ڈاٹ میں سے گزارے گئے ہیں۔ اور اِن تاروں کے سِروں پر پلاٹینم (Platinum) کی پتّیاں ہیں جو ۲۵ فی صدی ہلکائے ہوئے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ میں ڈوبی ہوئی ہیں۔ گیسوں کے حاصل

شکل ۷۵

آبی کیمیائی برق پیما

شدہ حجموں کی تپش اور دباؤ کے اعتبار سے اور آبی بخارات کے تناؤ کے اعتبار سے تصحیح کرلینا چاہیئے چونکہ یہ گیسیں پانی میں اچھی خاصی حد تک قابلِ حل ہیں۔ اِس لئے

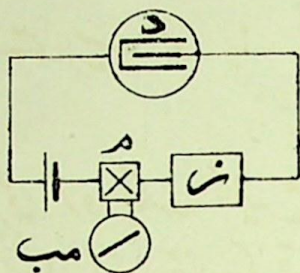
ضروری ہے کہ اِن گیسوں کو جمع کرنے سے پہلے اِس کیمیائی برق پیما میں کچھ دیر تک برقی رو جاری رکھی جائے تاکہ پانی اِن گیسوں سے سیر ہو جائے اور نتیجہ میں غلطی نہ ہونے پائے۔

ایک اَمپیری رو ایک ثانیہ میں 1.044×10^{-5} گرام ہائیڈروجن (Hydrogen) کو آزاد کرتی ہے۔ اور چونکہ ۰° م اور ۷۶ سمر دباؤ کی تحت میں ہائیڈروجن (Hydrogen) کی کثافت ۰.۰۰۰۰۸۹۶ گرام فی مکعب سمر ہے اِس لئے اِتنی کمیت کی ہائیڈروجن (Hydrogen) کا حجم ۰.۱۱۶۵ مکعب سمر ہوگا۔ اِن ہی حالات کی تحت میں آزاد شدہ آکسیجن (Oxygen) کا حجم ۰.۰۵۸۲ مکعب سمر ہوتا ہے۔ اِس لئے ایک ثانیہ میں ایک اَمپیری کی رو سے اِن گیسوں کا جو آمیزہ حاصل ہوتا ہے اُس کا مجموعی حجم ۰.۱۷۴۷ مکعب سمر ہونا چاہئے۔

تانبے کے کیمیائی برق پیما سے تجربے

تجربہ ۴۳ ــــــ مماسی مقناطیسی برق پیما کے تحویلی جُز کی تشخیص۔ تانبے کے پتروں کو ریگ مال سے بخوبی صاف کرو۔ پھر مورچہ، کیمیائی برق پیما (ک) قابلِ ترتیب مزاحمت (ز)، مقلب (م) اور مماسی مقناطیسی برق پیما (مب) کو شکل ۱۷۷ کی طرح جوڑو۔ اور ز کو اِس طرح

ترتیب دو کہ مناسب اِنصراف حاصل ہو سکے۔ اب دَور کو

د
م
ز
مب

شکل ۷۷

مماسی مقناطیسی برق پیما کے تحویلی جُز کی تشخیص

توڑ دو اور زیر برقیرہ کو دَور سے باہر نکال کر پہلے کشید کئے ہوئے پانی سے اور پھر الکوہل (Alcohol) سے دھو لو۔ اور شراب کی مشعل پر رکھ کر جلد جلد خشک کرو۔ اِس کے بعد اُس کو احتیاط سے تول کر پھر دَور میں اُس کی اصلی جگہ پر رکھ دو۔ پھر مقلّب کے ذریعہ دَور کو مکمل کرو اور عین اِسی لحظہ میں وقت بھی دیکھ لو۔ مقناطیسی برق پیما میں نمائندہ کے دونوں سِروں کو پڑھ کر اِنصراف لکھ لو اور اگر ضرورت ہو تو ز کو مناسب طور پر ترتیب دے کر اِنصراف کو مستقل رکھو۔ تقریباً ۱۵ دقیقوں کے بعد رَو کو مقلّب کے ذریعہ پُھرتی سے معکوس کرو۔ اور دیکھو اب اِنصراف کیا ہے۔ جب تقریباً ۱۵ دقیقے اَور گزر جائیں تو گھڑی میں وقت دیکھو اور دَور کو م پر سے فوراً توڑ دو۔ اب زیر برقیرہ کو الگ کرو۔ اور پہلے کی طرح پھر

اُس کو دھو کر اور سُکھا کر صحت کے ساتھ اُس کا وزن معلوم کرو۔

اگر د = تجربہ کی مدت، ثانیوں میں

و = طرح شدہ تانبے کا وزن

ہ = اوسط انصراف

س = رو، ایمپیروں میں

ج = تحویلی جز

تو س = و ÷ (د × ۰٫۰۰۰۳۳۹۳)

اور ج = و ÷ (ظہ × س × د × ۰٫۰۰۰۳۲۹۳)

تجربہ ۱۴۷ — فیراڈے کے پہلے کلیۂ برق پاشیدگی کی تصدیق — مورچہ، تانبے کے کیمیائی برق پیما، قابلِ ترتیب مزاحمت، مقلّب، اور مماسی مقناطیسی برق پیما کو تجربۂ بالا کی طرح جوڑو۔ اور مزاحمت کو اِس طرح ترتیب دو کہ تقریباً ۳۰° کا اِنصراف پیدا ہو۔ پھر زیر برقیرہ کو تول لینے کے بعد وقت کے کسی، نہایت احتیاط کے ساتھ اندازہ کئے ہوئے، وقفہ مثلاً ۳۰ دقیقہ تک مستقل رَو گزارو۔ اور وُہی احتیاطیں مدِ نظر رکھو جن کا ذکر تجربۂ بالا میں

آیا ہے۔ پھر مندرجہ ذیل باتیں معلوم کرو:—

(ا) طرح شدہ تانبے کا وزن۔

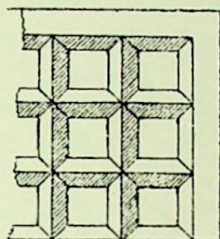
(ب) حاصلِ ضرب ح مس ∝ × وقت

یہی تجربہ پھر کرو۔ لیکن اب مزاحمت کو یہاں تک گھٹادو کہ تقریباً ۵۰° کا اِنصراف حاصل ہو۔ اور رَو کو پہلے سے کم وقت تک جاری رکھو۔ پھر طرح شدہ تانبے کا وزن اور حاصلِ ضربِ ح مم ∝ × وقت معلوم کرو۔ نتائج سے اِس بات کا بھی پتہ لگاؤ کہ آیا طرح شدہ تانبے کا وزن گُزری ہوئی مقدارِ برق کا متناسب ہے۔

ثانوی خانے یا جوامع —— جب ہلکایا ہؤا سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ سیسے کے پتروں کے درمیان رکھ کر برق پاشیدہ کیا جاتا ہے تو زبر برقیرہ پر لیڈ پر اکسائیڈ (Lead Peroxide, PbO_2) کی تہ جم جاتی ہے۔ اور زیر برقیرہ غیر متغیر رہتا ہے۔ پھر جب دَور کو توڑ دیتے ہیں اور خانہ کے سِروں کو تار کے ذریعہ باہم جوڑتے ہیں تو تقطیبی رَو حاصل ہوتی ہے جو خانہ میں سے پہلی رَو کی سمتِ مخالف میں چلتی ہے۔ اِس قسم کی ترتیب کو ثانوی خانہ کہتے ہیں۔

اِس قسم کے خانہ کا ابتدائی نمونہ جو پلانٹی[۱] نے تجویز کیا تھا وہ ایک ساتھ لپٹے ہوئے اور نمدے

۱ M. Plante

وغیرہ کی قسم کے مادّہ کے ذریعہ ایک دُوسرے سے جُدا رکھے ہوئے، دو سیسے کے تختوں پر مشتمل تھا۔ اِس قسم کے خانہ کو جب بار بار رواں کر کے روکا جاتا ہے تو

شکل ۷۸
جامع خانہ کے چوکھٹے

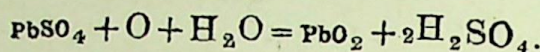
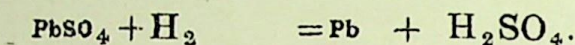
پتروں کی سطح پر مسامدار یا اسفنجی سیسا بن جاتا ہے۔ اور اِس طرح مؤثر سطح میں مقابلۃً زیادہ وسعت پیدا ہو جاتی ہے۔ آج کل جو پترے استعمال کئے جاتے ہیں وہ، وسیع سطح پیدا کرنے کے اِس عمل کو تیز کرنے کے خیال سے، سیسے کے چوکھٹوں شکل ۷۷ پر مشتمل ہوتے ہیں۔ اور اِن کی خالی جگہوں میں، سیسے کے آکسائیڈز (Oxides) اور سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ، سے تیار کیا ہوا لئی کا سا مادّہ، بخوبی جما دیا جاتا ہے۔ دونوں صورتوں میں لیڈ سلفیٹ (Lead Sulphate) بنتا ہے۔

پتروں کی سطح کے اِس تشکل کے دوران میں حسبِ ذیل کیمیائی تعامل ظہور میں آتے ہیں:—

زبر برقیرہ پر :-

$$PbSO_4 + O + H_2O = PbO_2 + 2H_2SO_4.$$

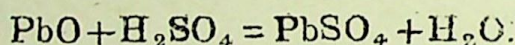
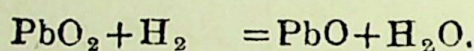
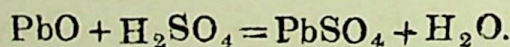
زیر برقیرہ پر :-

$$PbSO_4 + H_2 = Pb + H_2SO_4.$$

خانہ کے اُبھرا ہونے کے دَوران میں مندرجہ ذیل کیمیائی تعامل ہوتے ہیں :-

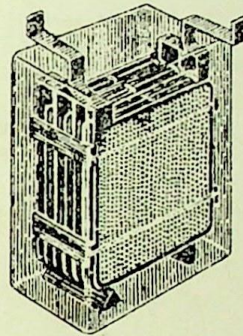
مثبت پترے پر :-

$$\left.\begin{aligned} PbO_2 + H_2 &= PbO + H_2O. \\ PbO + H_2SO_4 &= PbSO_4 + H_2O. \end{aligned}\right\}$$

منفی پترے پر :-

$$\left.\begin{aligned} Pb + O &= PbO, \\ PbO + H_2SO_4 &= PbSO_4 + H_2O. \end{aligned}\right\}$$

ظاہر ہے کہ جب رَو خانہ میں سے منفی پترے سے مثبت پترے کی طرف گزرتی ہے تو سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ کی برق پاشیدگی ہوتی ہے - اِس

برق پاشیدگی سے جو ہائیڈروجن (Hydrogen) پیدا ہوتی ہے وہ رَو کے ساتھ جاتی ہے اور مثبت پترے پر جاکر آزاد ہوتی ہے۔

جامع جب پُورے طور پر بھرا ہوتا ہے تو اُس کے سِروں کا اختلافِ قوّہ تقریباً ۲ء۲ وولٹ ہوتا ہے۔

شکل ۷۹۔ جامع خانہ

جامع خانے عموماً بہت سے مثبت اور منفی پتروں کو متوالی ترتیب میں پاس پاس رکھ کر تیار کئے جاتے ہیں۔ اِن پتروں میں باہر کی طرف کے دو پترے ہمیشہ منفی ہوتے ہیں۔ شکل ۷۹ پر غور کرو۔ اِس میں معروف ترین جدید جامع خانہ کی تصویر دکھائی گئی ہے۔

برق پاشیدگی کے صنعتی استعمال

تم دیکھ چکے ہو کہ سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ اور کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کی برق پاشیدگی کے دوران میں خانہ کے اندر ہائیڈروجن (Hydrogen) اور تانبا ایک ہی سمت میں چلتے ہیں۔ تمام دھاتی نمکوں کی برق پاشیدگی میں یہی حال ہوتا ہے۔ پس اِس بات کو اصولِ عام کے طور پر یاد رکھنا چاہیئے کہ دھاتی رواں ہمیشہ رَو کے ساتھ ساتھ چلتا ہے۔

برقی ملمّع کاری ——— اِس میں برقی رَو کی مدد سے ایک دھات پر دُوسری دھات کی پتلی سی تہ چڑھائی جاتی ہے۔ عام طور پر اِس مطلب کے لئے نِکل (Nickel) چاندی، سونا، اور تانبا، استعمال ہوتے ہیں۔ جن چیزوں کو ملمّع کرنا ہوتا ہے وہ بخوبی صاف کر لی جاتی ہیں اور پھر تانبے کے تاروں کے ساتھ ایک برتن میں لٹکا دی جاتی ہیں۔ جس دھات کو دُوسری دھات پر طرح کرنا منظور ہوتا ہے اُس کے کسی مناسب نمک کا محلول اِس برتن میں رکھا جاتا ہے۔ جب برقی رَو چلتی ہے تو تانبے کے تار، زیرہ برقیرہ کا کام دیتے ہیں۔ اور جس دھات کو طرح کرنا ہوتا ہے اُس کی تختی زبر برقیرہ کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔

تانبے کی ملمّع کاری میں کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کا محلول استعمال کیا جاتا ہے۔ اور اِس محلول میں ذرا سا

سلفیورک (Sulphuric) ترشہ ملا دیا جاتا ہے۔ جب نکل (Nickel) سے کسی دھات کو ملمع کرنا منظور ہوتا ہے تو اس صورت میں نکل امونیئم سلفیٹ (Ammonium Sulphate) اور امونیئم سلفیٹ (Ammonium Sulphate) کا آمیزہ استعمال کرتے ہیں۔ چاندی کا ملمع کرنے میں چاندی اور پوٹاسیئم (Potassium) کا دوئیلا سائیانائیڈ (Cyanide) استعمال ہوتا ہے۔ اور سنہری ملمع کاری کے لئے سونے اور پوٹاسیئم (Potassium) کا دوئیلا سائیانائیڈ (Cyanide) کام آتا ہے۔

برقی طبع کاری ——— یہ وہ عمل ہے جس سے کسی چیز کی سطح پر تانبے کی اتنی موٹی تہ چڑھائی جاتی ہے کہ بعد میں اُسے الگ کر سکتے ہیں اور اصلی چیز کی نقل کے طور پر کام میں لا سکتے ہیں۔ چیز کی سطح پر گریفائیٹ (Graphite) کی تہ چڑھا دی جاتی ہے تاکہ سطح مُوصِل بن جائے۔

سکّوں اور تمغوں کی نقلیں پیرسی پلستر کے سانچے بنا کر تیار کی جا سکتی ہیں۔ سانچے پر گریفائیٹ (Graphite) کی تہ چڑھا دیتے ہیں۔ اور پھر اِس مُوصِل سطح پر تانبا طرح کر لیتے ہیں۔

مطبع کے ٹائیپ اور چوبی نقش و نگار کی نقلیں موم وغیرہ کے سانچوں سے حاصل ہو سکتی ہیں۔ اِن سانچوں

پر تانبا طرح کرکے نقلیں تیار کر لی جاتی ہیں اور مضبوطی کے لئے اِن کی پُشت پر ٹائپ دھات لگا دی جاتی ہے۔

دھاتوں کا برقی تصفیہ ــــــ یہ عمل' پگھلے ہوئے الومینیئم آکسائیڈ (Aluminium Oxide) کی برق پاشیدگی سے' وسیع پیمانہ پر الومینیئم (Aluminium) تیار کرنے میں بھی کام آتا ہے۔ اِس مطلب کے لئے آکسائیڈ (Oxide) میں تھوڑا سا کرائیولائیٹ (Cryolite)' یعنی الومینیئم (Aluminium) اور سوڈیئم (Sodium) کا دوئیلا فلورائیڈ (Fluoride)' بھی مِلا لیا جاتا ہے۔ آکسائیڈ (Oxide) بڑے سے آہنی برتن میں رکھا جاتا ہے۔ یہی برتن برقی دَور میں زیر برقیرہ کا کام دیتا ہے۔ زبر برقیرہ' کاربن (Carbon) کی کئی مضبوط سلاخوں کو مِلا کر بنایا جاتا ہے۔ زبر برقیرہ پہ آکسیجن (Oxygen) آزاد ہوتی ہے اور کاربن (Carbon) کے ساتھ ترکیب کھا کر کاربن مان آکسائیڈ (Carbon monoxide) بنا دیتی ہے۔ اُلومینیئم (Aluminium) بالتدریج آہنی برتن کے پیندے میں جمع ہوتا جاتا ہے۔

سنہ ۱۸۰۸ع سے پہلے کاوی قلیاں کیمیائی عناصر تصور کی جاتی تھیں۔ لیکن سنہِ مذکور میں سر ھمفری[۵] ڈیوی نے کاوی سوڈے اور کاوی پوٹاش کو برق پاشیدگی سے تحلیل کر لیا۔ اپنے پہلے

[۵] Sir Humphry Davy

تجربہ میں اُس نے کاوی سوڈے کے ٹکڑے کو ذرا سا مرطوب کر کے مورچہ کے مثبت قطب کے ساتھ جُڑے ہوئے پلاٹینم کے پترے پر رکھا۔ اور اُس کی اُوپر والی سطح کو مورچہ کے منفی قطب کے ساتھ جُڑے ہوئے پلاٹینم (Platinum) کے تار سے چھو لیا۔ اِس کا نتیجہ یہ ہُوا کہ پترے پر سے آکسیجن (Oxygen) آزاد ہونے لگی اور تار پر دھات کی چھوٹی چھوٹی گولیاں نمودار ہوئیں۔ یہ گولیاں ہوا میں جلد جلد مَیلی ہو گئیں اور جب تار کو پانی میں ڈبویا تو چٹخنے لگیں۔

آج کل سوڈیئم (Sodium) اور پوٹاسیئم (Potassium) دونوں دھاتیں بیشتر پگھلتے ہوئے کاوی سوڈے اور کاوی پوٹاش کی برق پاشیدگی سے تیار کی جاتی ہیں۔ اور کاوی سوڈا اب زیادہ تر معمولی نمک کی برق پاشیدگانہ تحلیل سے حاصل کیا جاتا ہے۔

آٹھویں فصل کی مشقیں

۱۔ فیراڈے[1] کے کُلیاتِ برق پاشیدگی بیان کرو اور اُن کی توضیح کرو۔ مفصل بیان کرو کہ تجربہ سے تم ہائیڈروجن (Hydrogen) اور تانبے کے کیمیائی مُعادِلوں کا تناسب

[1] Faraday

کس طرح معلوم کروگے۔

۲- صحیح طور پر بیان کرو کہ مندرجہ ذیل صورتوں میں جب کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کے محلول میں سے برقی رو گزاری جاتی ہے تو کیا ہوتا ہے :-

(ا) برقیرے پلاٹینم (Platinum) کے ہیں۔

(ب) برقیرے تانبے کے ہیں۔

۳- مندرجہ ذیل چیزوں کے ذریعہ برقی رو کا اندازہ کرنے کے لئے تم کیا طریقہ اختیار کروگے؟ یہ بھی بیان کرو کہ اِس مطلب کے لئے کون کون سے مقدرات درکار ہیں :-

(ا) مماسی مقناطیسی برق پیما۔

(ب) کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کی برق پاشیدگی۔

تمہاری رائے میں اِن دونوں قاعدوں کے اِضافی مفاد اور مضار کیا کیا ہیں۔

۴- تانبے اور پلاٹینم (Platinum) کے پترے کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کے محلول میں ڈبو دیئے گئے ہیں۔ اور اِس خانہ میں تانبے سے پلاٹینم (Platinum) کی طرف رو گزاری گئی ہے۔ مفصل بیان کرو کہ اِس صورت میں کیا نتائج پیدا ہونگے۔ اور یہ بھی بتاؤ کہ رو کو اُلٹ دینے سے کیا نتیجہ پیدا ہوگا۔

۵- آبی کیمیائی برق پیما کی ساخت بیان کرو۔ اور اِس کے اندر برق پاشیدہ میں جو کیمیائی تعامل ہوتے ہیں اُن کی توضیح کرو۔ مسلسل ترتیب میں رکھے ہوئے سلفیورک

(Sulphuric) تُرشہ اور کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کے ہلکائے ہوئے محلولوں میں برقی رَو جاری کی گئی ہے۔ اگر سلفیورِک (Sulphuric) تُرشہ کی برق پاشیدگی سے ایک گرام ہائیڈروجن (Hydrogen) آزاد ہو تو اِس کے مقابلہ میں دُوسرے محلول سے کِتنا تانبا آزاد ہوگا؟

۶۔ مفصل بیان کرو کہ برقی رَو کے ذریعہ تم کس طرح پانی کی تحلیل کروگے۔

ایک برتن میں تُرشایا ہُوا پانی رکھا ہے اور اِس پانی میں برقی رَو جاری کی گئی ہے۔ آزاد شدہ گیسیں دو امتحانی نلیوں ا اور ب میں اِس طرح جمع کی گئی ہیں کہ ہائیڈروجن (Hydrogen) ا میں ہے اور آکسیجن (Oxygen) ب میں۔ تھوڑی سی دیر کے بعد قطبی تار اِس طرح بدل دیئے گئے ہیں کہ پانی میں رَو کی سِمت معکوس ہوگئی ہے۔ اِس لئے اب آکسیجن (Oxygen) ا میں جمع ہوتی ہے اور ہائیڈروجن (Hydrogen) ب میں۔ تجربہ کے اختتام پر گیسوں کے دیکھنے سے معلوم ہُوا ہے کہ ا میں جمع شدہ گیسوں کا مجموعی حجم ب میں جمع شدہ گیسوں کے مجموعی حجم کا تین چوتھائی ہے۔ ثابت کرو کہ ا میں کی ہائیڈروجن (Hydrogen) کا حجم ب میں کی ہائیڈروجن (Hydrogen) کے حجم کا $\frac{2}{5}$ ہے۔

۷۔ ایک برقی رَو کاپر سلفیٹ (Copper sulphate) کے محلول سے بھرے ہوئے برتن میں اُفقاً چل رہی ہے اور

برتن کے تمام حصوں میں یکساں ہے۔ اِس برتن میں ہم تانبے کی سلاخ اِس طرح اُفقاً لٹکا دیتے ہیں کہ سلاخ کا طول رَو کی سمت کا متوازی رہے۔ مفصل بیان کرو کہ اِس سلاخ پر رَو کیا اثر کریگی۔

۸۔ ایک جامع خانہ کی ق م ب' دانیالی خانہ کی ق م ب سے عین دوچند ہے۔ مقناطیسی برق پیما کے بغیر اِس واقعہ کا تم کس طرح امتحان کروگے؟ مفصل بیان کرو کہ اگر دانیالی خانہ' جامع کے ساتھ اُلٹا جوڑ دیا جائے تو اِس دانیالی خانہ میں کیا کیا کیمیائی تغیر پیدا ہونگے۔

۹۔ ثانوی مورچہ کے کسی نمونہ کا حال بیان کرو۔ یہ بھی بتاؤ کہ اِس مورچہ کو تم کس طرح بھروگے اور اِس کا مثبت قطب کونسا ہوگا۔

لیکلانشوی خانہ سے مقابلہ کرکے ثانوی مورچہ کے مفاد اور مضار سے بحث کرو۔

۱۰۔ جامع کی تشریح کرو۔ اور یہ بھی بتاؤ کہ اِس میں بڑے بڑے پتروں کے استعمال سے کیا فائدہ مترتّب ہوتا ہے۔

تمہیں ایک جامع خانہ' ایک دانیالی خانہ' اور ایک لیکلانشوی خانہ' دیا گیا ہے۔ تم اِن خانوں کے صِرف سِروں ہی کو دیکھ سکتے ہو اور صِرف سِروں ہی سے کام لے سکتے ہو۔ مفصل بیان کرو کہ اِن تین خانوں کو تم

کس طرح ایک دُوسرے سے تمیز کروگے۔

۱۱۔ برقی کیمیائی مُعاوِل سے کیا مُراد ہے؟ اگر ۳ آمپیری کی رَو سے ۲۰ دقیقوں میں ۴ گرام چاندی حاصل ہوتی ہو تو چاندی کا برقی کیمیائی مُعاوِل کیا ہوگا؟

۱۲۔ ۵ آمپیری کی رَو سے ۱ دقیقہ میں کتنی چاندی حاصل ہوسکتی ہے؟

۵ آمپیری کی رَو کسی برق پاشیدہ سے کتنی دیر میں ۵ گرام تانبا جُدا کردیگی؟

۱۳۔ کسی دھات کے ۲۰۰ گرام ٹکڑے پر اُس کے وزن کا ½۲ فی صدی سونا چڑھانا مقصود ہے۔ اگر رَو کی طاقت ۱ آمپیری ہو تو دھات کے ٹکڑے پر اِتنے وزن کا سونا طرح کرنے میں کِتنی مدت صرف ہوگی؟

۱۴۔ ایک مماسی مقناطیسی برق پیما اور ایک تانبے کا کیمیائی برق پیما مسلسل ترتیب میں جوڑ کر ایک ہی دَور میں رکھے ہیں۔ اِس دَور میں ہم نے ۳۰ دقیقوں تک ایک مستقل رَو گزاری ہے۔ اور اِس رَو سے ۲۷۲ء۰ گرام تانبا طرح ہوا ہے۔ اگر مقناطیسی برق پیما کی سُوئی کا اِنصراف °۳۰ ہو تو اِس مقناطیسی برق پیما کا تحویلی جُز کیا ہوگا؟

۱۵۔ ایک دھاتی تختی پر جس کی سطح ۲۰۰ مربع سم ہے چاندی کا ملمع کرنا منظور ہے۔ اگر اِس مطلب کے لئے ۵ء۰ آمپیری کی رَو ۱ گھنٹے تک اِستعمال کی جائے تو تختی پر

چاندی کی کتنی موٹی تہ طرح ہوگی؟

چاندی کی کثافت = ۱۰٫۶ گرام فی مکعب سم

۱۶- ایک برقی رو نے مماسی مقناطیسی برق پیما کی سوئی کو ۴۵° منصرف کر دیا ہے۔ یہی رو ایک تانبے کے کیمیائی برق پیما میں سے بھی گزر رہی ہے اور وہاں اس نے ۳۰ دقیقوں میں ۰٫۳ گرام تانبا طرح کیا ہے۔ اگر تانبے کا برقی کیمیائی معادل ۰٫۰۰۰۳۳ گرام فی امپیری فی ثانیہ ہو تو اس رو کی طاقت کیا ہوگی؟ یہ بھی بتاؤ کہ اگر مقناطیسی برق پیما کا انصراف کچھ اور ہو تو اس صورت میں رو کی طاقت کس طرح معلوم کی جائیگی۔

۱۷- اتنا تانبا طرح کرنے کے لئے کہ اس سے ۱ کلومیٹر لمبا تار ۱۶/۔ (قطر = ۰٫۱۶۳ سم) بن جائے' ۵۰۰ امپیری کی مستقل رو کو کتنی دیر تک جاری رکھنا چاہئے؟

تانبے کی کثافت = ۸٫۹۵ گرام فی مکعب سم

۱۸- آبی کیمیائی برق پیما سے ایک رو کی طاقت کا اندازہ کرنا منظور ہے۔ اس برق پیما میں ہلکائے ہوئے ترشہ کی کثافت ۱٫۲ گرام فی مکعب سم ہے۔ اور ۵ دقیقوں میں گیسوں کا ۲۵ مکعب سم آمیزہ حاصل ہوا ہے۔ اس بات کو مان لو کہ گیسوں کا آمیزہ رطوبت سے سیر ہے۔ اور مندرجہ ذیل معلومات سے کام لے کر رو کی طاقت معلوم کرو:-

ہلکائے ہوئے ترشہ کے استوانہ کی بلندی = ۱۰ سم

پارے کی کثافت	=	۱۳،۵۶ گرام فی مکعب سمر
بارپیما کا صحیح شدہ نشان	=	۷۵،۶۲ سمر
دارالتجربہ کی تپش	=	۲۰° م
آبی بخارات کا تناؤ ۲۰° م پر	=	۱،۷۴ ارمر

نویں فصل

برقی رَو کے حرارتی اثر

حر برقی رَوئیں

برقی توانائی کی تبدیلی حرارت میں ——

اِکائی اختلافِ قُوّہ کی ہم یہ تعریف کر چکے ہیں کہ یہ وہ اختلافِ قُوّہ ہے جس کو دو ایسے نقطوں کے درمیان، جن کا اختلافِ قُوّہ ایک اِکائی ہو، اِکائی مقدارِ برق لے جانے کے لئے اِکائی کام کا صَرفہ درکار ہوتا ہے۔ اگر اِکائی مقدار، بلند قُوّہ کے نقطہ سے پست قُوّہ کے نقطہ کی طرف جاتی ہو تو اِس صورت میں اِکائی کام برقی قوتیں کرتی ہیں۔ سادہ برقی دَور میں یہ صَرف شدہ کام حرارت کی شکل میں پھر نمودار ہوتا ہے۔

اگر ق کُولم برق، تار کو طے کرے اور تار کے

سِروں کے درمیان اختلافِ قوّہ ب وولٹ ہو تو تار میں جو
کام صَرف ہوتا ہے اُس کی مقدار (ق × ب) عملی اِکائیاں
ہوگی۔ کام کی اِس اِکائی کو جُول[1] کہتے ہیں۔

اِس مقدار کو اگر مطلق اِکائیوں سے تعبیر کیا جائے تو چونکہ

۱ کُولم = $\frac{۱}{۱۰}$ مطلق اِکائی مقدار کی

اور ۱ وولٹ = $۱۰^{۸}$ مطلق اِکائیاں اختلافِ قوّہ کی

اِس لئے صَرف شدہ کام = ق ب ($\frac{۱}{۱۰}$ × $۱۰^{۸}$) ارگ

= ق ب × $۱۰^{۷}$ ارگ

بناء بریں ۱ جُول = $۱۰^{۷}$ ارگ

اب چونکہ ق = ر و

لہذا صَرف شدہ کام = ب ر و جُول

لیکن کُلیۂ اوہم کے رُو سے

ب = ر مز

اِس لئے ب ر و جُول = $ر^{۲}$ مز و جُول

= ($ر^{۲}$ مز و × $۱۰^{۷}$) ارگ

یہ جملہ اُس کام کی مقدار کو تعبیر کرتا ہے جو سادہ دور میں
صَرف ہو جانے کے بعد حرارت کی شکل میں ظاہر ہوتا ہے۔

تجربہ ۷۵ —— سادہ دور میں حرارت کی پیدائش۔ دو جامع خانوں کو یا دو بڑے بڑے

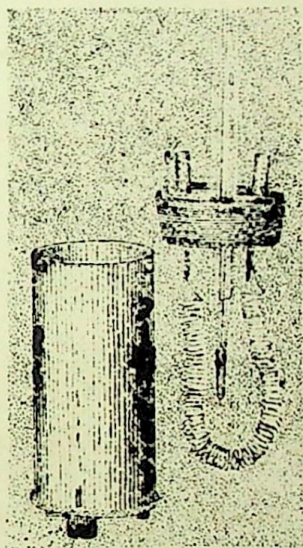
[1] Joule

نسبتی خانوں کو مسلسل ترتیب میں جوڑو - اور اِن کے قطب، تانبے کے موٹے تار کے ذریعہ، پلاٹینم (Platinum) کے تار ۳۲ کے ایک چھوٹے سے ٹکڑے کے سِروں سے جوڑ دو - دیکھو تار کیسا گرم ہو گیا ہے اور غالباً شُعلہ کی طرح چمکنے بھی لگیگا - اگر تار بہت لمبا ہے تو اِس کا شُعلہ کی طرح چمکنا ممکن نہیں - کیونکہ اِس صورت میں مجموعی مزاحمت اِتنی زیادہ ہوگی کہ اِس مطلب کے لئے تار میں کافی رَو جاری نہ ہوگی - مزاحمت اِس طرح گھٹائی جاسکتی ہے کہ یا تو تار چھوٹا کر دیا جائے یا تار کے کچھ حصّہ کو ٹھنڈے پانی میں ڈبو کر اِس حِصّہ کی مزاحمت گھٹا دی جائے - اِس صورت میں تار کا باقی حصہ بہت روشن ہو جائیگا -

پیدا شدہ حرارت اور مزاحمت کا تعلق ایک ایسی زنجیر میں سے طاقتور رَو گزار کر دکھایا جاسکتا ہے جس کی کڑیاں علیٰ التواتر پلاٹینَم (Platinum) اور چاندی کے مساوی القطر باریک تاروں سے بنائی گئی ہوں - پلاٹینَم (Platinum) کی نوعی مزاحمت چاندی کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہے - اِس لئے چاندی کی بہ نسبت پلاٹینَم میں زیادہ حرارت پیدا ہوگی - اور اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ پلاٹینَم کا تار بھڑک کر روشن ہو جائیگا اور چاندی کا تار مقابلۃً ٹھنڈا رہیگا -

کُلیۂ جُول —— سادہ

دَور میں جو حرارت پیدا ہوتی ہے وہ مزاحمت اور رَو کی مدت کی تناسب ہوتی ہے ۔ اور رَو کے مربع کے ساتھ معکوس تناسب رکھتی ہے ۔
اِس کُلیہ کو تجربۃً ثابت کرنے کے لئے جُول نے جو آلہ اختیار کیا تھا اُس کا اُصول شکل ۸۰ سے بخوبی واضح ہو سکتا ہے ۔ اِس میں جرمن سِلور (German silver) کے باریک تار کا ایک کُھلا مرغولہ ہے جس کے

شکل ۸۰

تار میں پیدا شدہ حرارت کا اندازہ کرنے کے لئے آلہ

سِرے تانبے کے موٹے تاروں سے جوڑ دیئے گئے ہیں ۔ تانبے کے تار ایک چوڑے کاگ میں سے گزرتے

ہیں۔ اور یہ کاگ ایک پتلے سے دھاتی برتن کے مُنہ میں پھنس کر آتا ہے۔ برتن پیتل یا تانبے کا ہے۔ اِس میں پانی ڈال کر اِس سے حرارہ پیما کا کام لیا جاتا ہے۔ کاگ کے مرکز میں سے ایک تپش پیما گزارا گیا ہے جس کا جوفہ پانی میں ڈوبا رہتا ہے۔ اِس امر کی پیش بندی کے لئے کہ رَو تار کی بجائے پانی میں نہ چلی جائے تار کی سطح کو شیلک (Shellac) کی پتلی سی تہ چڑھا کر محفوظ کر دینا چاہیئے۔ اِس مطلب کے لئے تار کو شیلک (Shellac) کے وارنش میں رکھ کر ہوائی تنور میں ۱۴۰° م تک گرم کر دینا کافی ہے۔

تجربہ ۷۶ —— کُلیۂ جُول کا ثبوت۔

(ا) حرارہ پیما میں اِتنا پانی ناپ کر ڈالو کہ جرمن سلور (German silver) کا تار اُس میں ڈوب جائے۔ پھر تپش پیما کو پڑھ لو۔ اور دَور کو اِس طرح مکمل کرو کہ اُس میں ایک حماسی مقناطیسی برق پیما اور مقلِّب بھی داخل ہو۔ وقت دیکھ لو۔ اِنحراف مُشاہدہ کرو اور رَو کو اِتنی دیر تک جاری رکھو کہ تپش میں مثلاً ۳° م ترقی ہو جائے۔ گاہے گاہے حرارہ پیما کو ذرا ذرا سا ہلاتے بھی رہو تاکہ پانی یکساں طور پر گرم ہو۔ اب دَور کو توڑنے کے لحظہ میں پھر وقت دیکھ لو۔ اِس کے بعد دَور میں دو خانے

رکھ کر یہی تجربہ کرو اور رَو کو اُتنی ہی مدّت تک جاری رکھو جتنی مدّت تک اُس کو پہلے تجربہ میں جاری رکھا تھا۔ پھر تجربہ ختم کر لینے کے بعد ثابت کرو کہ

$$\frac{\text{تپش کی ترقی}_1}{\text{تپش کی ترقی}_2} = \frac{(\text{مس } N_1)^2}{(\text{مس } N_2)^2}$$

(ب) حرارہ پیما میں جو پانی تم نے استعمال کیا ہے اب اُس کو نکال دو اور اُس کی جگہ اُتنے ہی حجم کا تازہ ٹھنڈا پانی ڈالو۔ صرف ایک خانہ استعمال کرو اور تجربہ (ا) کو دوہراؤ۔ لیکن اب رَو کی مدّت دو چند ہونی چاہیئے۔ دیکھو اب پہلے کے مقابلہ میں تپش کی ترقی بھی دو چند ہے۔ یعنی

$$\frac{\text{تپش کی ترقی}_1}{\text{تپش کی ترقی}_2} = \frac{\text{وقت}_1}{\text{وقت}_2}$$

(ج) مساوی جسامت کے دو حرارہ پیما مسلسل ترتیب میں جوڑو اور ایک کے مرغولہ کا طول دُوسرے کے مرغولہ کے طول سے دو چند رکھو۔ دونوں میں برابر حجم کا پانی ڈالو۔ اور تھوڑی سی دیر تک رَو جاری رکھنے کے بعد دونوں برتنوں میں پانی کی تپش کی ترقی معلوم کر لو۔ دیکھو لمبے مرغولہ سے جو تپش میں ترقی ہوئی ہے وہ چھوٹے مرغولہ کی پیدا کی ہوئی ترقی کے مقابلہ میں دو چند ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ تار میں جو حرارت پیدا ہوتی ہے اُس کی مقدار مزاحمت کی متناسب ہوتی ہے۔

پیدا شدہ حرارت کی مقدار حراروں میں ناپی جاتی ہے۔ اگر

و گرام = پانی کا وزن

اور ت°م = تپش کی ترقی

تو پیدا شدہ حرارت = و × ت حرارے

حد درجہ کے اہتمام، اور نہایت احتیاط، کے ساتھ کئے ہوئے تجربوں سے جُول اِس نتیجہ پر پہنچا ہے کہ ایک حرارہ کی مُعادِل توانائی کو اگر کام کی اِکائیوں سے تعبیر کیا جائے تو وہ (۴٫۲ × ۱۰^۷) اَرگ ہوتی ہے۔

لیکن سادہ برقی دَور میں صَرف شدہ کام = (س۲ ز و × ۱۰^۷) اَرگ

اِس لئے سادہ دَور میں پیدا شدہ حرارت = $\frac{\text{س}^2 \text{ز و} \times 10^7}{4.2 \times 10^7}$

= $\frac{\text{س}^2 \text{ز و}}{4.2}$ حرارے

اِس نتیجہ سے ظاہر ہے کہ اگر مزاحمت معلوم ہو تو پیدا شدہ حرارت کا اندازہ کر لینے سے ہم رَو کی طاقت کا اندازہ کر سکتے ہیں۔ کیونکہ

پیدا شدہ حرارت = و × ت

اور و × ت = $\frac{\text{س}^2 \text{ز و}}{4.2}$

لہذا مزا = $\sqrt{\dfrac{ی \times ت \times ۴٫۲}{مزا \; و}}$

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ رَو کی طاقت معلوم کرنے کے لئے صرف مقدمات مندرجہ ذیل کی ضرورت ہے :-

(ا) تار کی مزاحمت مزا

(ب) حرارہ پیما میں رکھے ہوئے پانی کا وزن ی

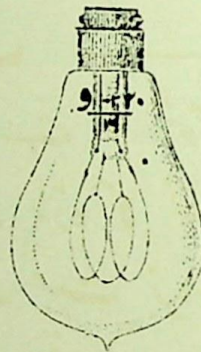
(ج) تپش کی ترقی ت

(د) وقت و

برقی لمپ ——— جب مُوصِل میں برقی رَو چلتی ہے تو مُوصِل گرم ہو جاتا ہے۔ اور اگر مُوصِل کے مادّہ کا نقطۂ اِماعت بہت بلند اور اُس کی مزاحمت بہت زیادہ ہو تو وہ شُعلہ کی طرح روشن ہو جاتا ہے۔ برقی لمپ اِسی اصول پر بنایا گیا ہے۔ سب سے پہلا برقی لمپ جو ایڈیسن[1] نے ۱۸۷۸ء میں تیار کیا تھا وہ پلاٹینم (Platinum) کے باریک تار پر مشتمل تھا۔ لیکن چونکہ اِس تار کے پگھل جانے کا احتمال رہتا ہے اِس لئے اِس میں تاجرانہ پیمانہ پر کامیابی

---

[1] Edison

ممکن نہ ہوئی - پھر تجربہ سے معلوم ہؤا کہ اس کی بجائے کاربن (Carbon) کے سُوت کا استعمال زیادہ قرینِ مصلحت ہے - چونکہ کاربن (Carbon) ہوا میں بہت جلد جل اُٹھتا ہے اس لئے ضروری ہے کہ اس کے سُوت کو ہوا سے بچانے کے لئے شیشہ کے کسی ایسے برتن میں رکھا جائے جس میں خلا پیدا کر لیا گیا ہو - شیشہ کے برتن میں پلاٹینم (Platinum) کے تار پگھلا کر لگا دیئے جاتے ہیں - برقی رَو ان ہی کے رستے کاربن کے سُوت میں سے گزرتی ہے -

شکل ۸۱
برقی لمپ

ابتدا میں یہ سُوت بانس کی پتلی پتلی کھپچّیوں سے تیار کیا جاتا تھا - اس مطلب کے لئے کھپچّیاں کاربن (Carbon) کے ٹکڑوں پر لپیٹ دی جاتی تھیں

تا کہ سُوت، مطلوبہ شکل اختیار کر لے - پھر اِس کو کاربن (Carbon) کے سفوف میں کُٹھالی کے اندر رکھ کر کُٹھالی کو بھٹّی میں بُلند تپش تک گرم کرتے تھے - آج کل یہ سُوت قابلِ حل سیلُولوز (Cellulose) سے مصنوعی طور پر تیار کیا جاتا ہے - قابلِ حل سیلولوز (Cellulose) روئی کو زِنک کلورائیڈ (Zinc chloride) میں حل کرنے سے حاصل ہوتا ہے - یہ گاڑھا سا مایع دباؤ ڈال کر سانچے میں سے نکالا جاتا ہے - اِس طرح اُس کا ہموار تاگا بن جاتا ہے جو خُشک ہونے پر تانْت کے مشابہ ہوتا ہے - اِس سے مناسب طول کے ٹکڑے کاٹ لئے جاتے ہیں اور پھر یہ ٹکڑے کاربونائیز (Carbonise) کر لئے جاتے ہیں -

برقی لمپ میں جو برقی توانائی صَرف ہوتی ہے اُس کو والٹوں سے تعبیر کرتے ہیں - اور واٹ سِروں کے اختلافِ قوّۃ اور رَو کے حاصلِ ضرب، سے حاصل ہوتا ہے - لمپ میں جو توانائی صَرف ہوتی ہے اُس کا کچھ حصہ حرارت کی شکل اور کچھ حصہ نور کی شکل اختیار کر لیتا ہے - جہاں تک لمپ کی غرض و غایت کا تعلق ہے اُس کے لحاظ سے حرارت کی شکل میں ظاہر ہونے والی توانائی گویا ضایع ہو جاتی ہے اور جب لمپ طبعی حالتوں کے ماتحت کام دے رہا ہوتا ہے تو

اُس وقت توانائی کا یہ حصہ مجموعی توانائی کا پورا ۹۵ فی صدی ہوتا ہے۔ ہاں اگر سُوت کو اُس کے اختلافِ قُوّہ کے بڑھا دینے سے زیادہ روشن کر دیا جائے تو یہ توانائی کا نقصان کم ہو سکتا ہے۔ لیکن اِس میں مشکل یہ ہے کہ اِس صورت میں کاربن (Carbon) کو آہستہ آہستہ طیران ہونے لگتا ہے اور وہ شیشہ کی سطح پر بیٹھتا جاتا ہے۔ اور اِس طرح لمپ کی بتّی طاقت، اور نتیجۃً لمپ کی زندگی بھی گھٹ جاتی ہے۔

عام طور پر برقی لمپ میں توانائی کا صرفہ چار واٹ فی بتّی طاقت سے ذرا کم رہتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ ۱۶ بتّی طاقت کا لمپ ۲۲۰ وولٹ کے دَور میں ہو تو اُس کے لئے تقریباً ۰٫۲۸ آمپیری کی رَو درکار ہے۔ توانائی اگر ۲٫۵ واٹ فی بتّی طاقت سے کم ہو تو برقی لمپ کام نہیں دے سکتا۔ اور اِس صورت میں بھی لمپ کی زندگی بہت کم ہوتی ہے۔

جب رَو کے ایک ہی مبدأ سے متعدد لمپوں کو روشن کرنا منظور ہوتا ہے تو اِس صورت میں لمپ عموماً متوازی ترتیب میں جوڑے جاتے ہیں۔

دھاتی سُوتوں کے لمپ

کاربن (Carbon) کے سُوت کے موٹے موٹے مضار حسبِ ذیل ہیں :—

(ا) ۱۶۰۰° م پر اِس کے اجزا جُدا ہونے لگتے ہیں۔

(ب) تپش کی ترقی کے ساتھ ساتھ اُس کی مزاحمت گھٹتی جاتی ہے۔ اِس لئے اختلافِ قُوّہ کے تغیرات سے وہ بہت متاثر ہوتا ہے۔

۱۹۰۵ء میں ڈاکٹر فان بولٹن[1] نے ٹینٹیلائیٹ (Tantalite) سے دھات ٹینٹیلم (Tantalum) پیدا کرلی۔ اِس دھات کا نقطۂ اماعت بہت بلند یعنی تقریباً ۲۳۰۰° م ہے۔ اِس لئے لمپوں کا سُوت بنانے کے لئے یہ دھات بہت مناسب ہے۔ اِس دھات کا سُوت جب ۱۶۵ واٹ فی بتّی طاقت صرف کر رہا ہوتا ہے تو اِس کی تپش صرف ۱۸۵۰° م ہوتی ہے۔ اِس کا ایک اَور بڑا فائدہ یہ ہے کہ اِس کی مزاحمت تپش کی ترقی کے ساتھ ساتھ بڑھتی جاتی ہے۔ اِس لئے اختلافِ قُوّہ کے تغیرات سے وہ کمتر متاثر ہوتا ہے۔ اِس کی مُوصلیت چونکہ بہت زیادہ ہے اِس لئے یہ سُوت بہت لمبا اور پتلا ہونا چاہیئے۔ چنانچہ معیاری نمونہ کے لمپ میں ۶۵ سمر لمبا اور ۰.۰۵ رمر قطر کا سُوت استعمال کیا جاتا ہے۔

---

[1] Dr Von Bolton

اوشرام[1] لمپ میں ٹنگسٹن (Tungsten) کا باریک سُوت استعمال کیا جاتا ہے - اور غالباً تمام دھاتی سُوت والے لمپوں میں یہی بہترین لمپ ہے - ٹنگسٹن (Tungsten) سے اِس قسم کا سُوت بنا لینا کہ وہ بہت باریک بھی ہو اور پھر مضبوط بھی ہو بہت مشکل ہے - لیکن اِس مشکل کا علاج کر لیا گیا ہے - اور اب کم بتّی طاقت کے لمپ بنا لینا بھی ممکن ہو گیا ہے - یہ لمپ شہروں کی معمولی برقی رَووں کے ساتھ استعمال کرنے کے لئے بہت موزون ہوتے ہیں - آج کل ۱۶ بتّی طاقت، ۲۲۰ وولٹ، اور ۲۸ واٹ کا "اوشرام" لمپ جس میں تقریباً ۰.۰۱۵ م م قطر کا سُوت ہوتا ہے عام طور پر استعمال کیا جاتا ہے -

"ٹنگسٹن (Tungsten) چونکہ کاربن (Carbon) کے مقابلہ میں زیادہ متمرّد ہے اِس لئے اِس کو بلا خوفِ طیران لگاتار، بلند تپش پر، رکھ سکتے ہیں - علاوہ بریں اگر توانائی کے صرفہ اور زندگی کے اعتبار سے دیکھا جائے تو ٹنگسٹن (Tungsten) کا سُوت کاربن (Carbon) کے سُوت کے مقابلہ میں تین گنا زیادہ روشنی دیتا ہے - لیکن چونکہ ٹنگسٹن (Tungsten)

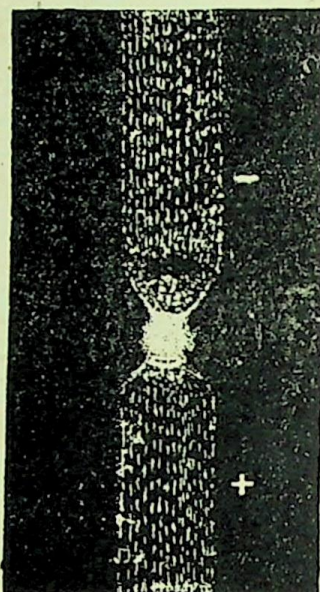
[1] Osram

کی نوعی مزاحمت، کاربن (Carbon) کی نوعی مزاحمت سے کمتر ہے اِس لئے ضروری ہے کہ ٹنگسٹن (Tungsten) کا سُوت کاربن کے سُوت سے زیادہ باریک بنایا جائے اور لمپ میں اِس باریک سُوت کے زیادہ طول کو سنبھالنے کا انتظام کیا جائے۔ ابتدا میں یہ مشکلیں صِرف جُزءً رفع کی گئی تھیں۔ ۲۵ بتّی طاقت اور ۲۲۰ وولٹ کے لمپ کے لئے کاربن (Carbon) کے سُوت کا قُطر تقریباً ۰۱۶ء مم اور طول تقریباً ۳۵۰ مم ہونا چاہیئے۔ اور اگر اِتنی ہی بتّی طاقت اور اِتنے ہی وولٹ کے لمپ میں ٹنگسٹن (Tungsten) کا سُوت استعمال کرنا ہو تو اِس سُوت کا قُطر تقریباً ۰۲ء۰ مم اور طول ۸۵۰ مم ہونا چاہیئے۔"

(رسالہ نیچر ۱۹ اکتوبر ۱۹۱۱ء)

برقی قوس ——— طاقتور روشنی

حاصل کرنے کا ایک اور عمدہ قاعدہ یہ ہے کہ کاربن (Carbon) کے بنائے ہوئے قطبوں کے درمیان برقی قوس پیدا کی جائے۔ اگر کاربن کی، دبا کر بنائی ہوئی، دو سلاخیں کسی ایسے مورچہ یا ڈینیمو (Dynamo) کے سِروں سے جوڑ دی جائیں جس سے کم از کم ۳۰ وولٹ کا اختلافِ قوّہ حاصل ہو سکتا ہو اور پھر اِنہیں ایک دُوسری سے چھُو کر جُدا کر لیا جائے تو اِن کی نوکوں کے درمیان رَو، برقی قوس کی شکل میں جاری رہتی ہے۔ اِس قوس کا

قیام اِس بات پر موقوف ہے کہ کاربن (Carbon) کو بہت بُلند تپش پر پہنچ کر طیران ہونے لگتا ہے۔ اور اِس طرح

شکل ۸۲
برقی قوس

جو بخارات پیدا ہوتے ہیں وہ قوس میں مُوصِل کا کام دیتے ہیں - اِس قوس میں مزاحمت مقابلتہً بہت زیادہ ہوتی ہے۔ اِس لئے اِس مقام پر بہت سی حرارت پیدا ہوتی ہے اور کاربن (Carbon) کی نوکوں کی تپش کو برقرار رکھتی ہے - استعمال کے دَوران میں مثبت کاربن (Carbon) کے سِرے پر گہرائی پیدا ہو جاتی ہے۔

اور منفی کاربن (Carbon) کا سرا نوکدار (شکل ۸۲) بن جاتا ہے۔ مثبت کاربن (Carbon) سے مقابلۃً زیادہ تیز روشنی پیدا ہوتی ہے۔ کارگزاری کے اعتبار سے برقی لمپ کی بہ نسبت برقی قوس بہت بڑھ کر ہے۔ چنانچہ برقی قوس کے لئے تقریباً ۱ واٹ توانائی فی بتی طاقت درکار ہے۔ اور اس میں مجموعی توانائی کا پورا ۱۰ فی صدی حصہ روشنی میں تبدیل ہوتا ہے۔

کاربن (Carbon) کی سلاخیں کچھ اس وجہ سے کہ کاربن (Carbon) مثبت سلاخ سے منفی سلاخ کی طرف منتقل ہو جاتا ہے اور کچھ کاربن (Carbon) کے آکسیڈائیز (Oxidisie) ہو جانے کی وجہ سے، بالتدریج گھستی جاتی ہیں۔ اس لئے ضروری ہے کہ ان کے درمیانی فاصلہ کے انتظام و ترتیب کے لئے کوئی قاعدہ وضع کیا جائے۔ اس مطلب کے لئے جو عمدہ عمدہ تدبیریں اختیار کی گئی ہیں اُن کی تفصیل کے لئے یہاں گنجائش نہیں۔ اس لئے صرف یہ لکھ دینا کافی ہے کہ بہت سی تدبیریں تو اس قسم کی ہیں جو خود بخود کام دیتی ہیں اور لمپ میں سے گزرنے والی رَو ہی خود اُن کی ضابط ہوتی ہے۔ لیکن برقی لالٹین کی سی سادہ چیزوں میں ایک ایسا ناظم جو ہاتھ سے چلایا جا سکتا ہو بخوبی کفایت کرتا ہے۔

محافظ گدازندے اور حرارتی اثروں کے

دیگر استعمال ——— برقی دوروں کو خطرناک غیر معمولی رَووں سے محفوظ رکھنے کے لئے اِس امر کی ضرورت ہوتی ہے کہ کوئی محافظانہ تدبیر اختیار کی جائے۔ تم دیکھ چکے ہو کہ رَو کے حامل تار میں حرارت بھی پیدا ہوتی ہے۔ رَو کے اِسی اثر سے ضروری تدبیر پیدا کر لی گئی ہے۔ اِس قسم کی تدبیر کو **گدازندہ** کہتے ہیں۔ گدازندے عموماً کسی ایسی دھات یا بھرت کے چھوٹے سے تار پر مشتمل ہوتے ہیں جس کی نوعی مزاحمت مقابلتاً بہت زیادہ اور نقطۂ اِماعت پست ہوتا ہے۔ اِس تار کا قُطر اِتنا رکھا جاتا ہے کہ اگر رَو اپنی مطلوبہ طاقت سے تقریباً ۵۰ فی صدی زیادہ طاقتور ہو جائے تو تار کو گرم کرکے اُس کے نقطۂ اِماعت پر پہنچا دے اور دَور کو توڑ دے۔ تار کے قُطر اور رَو کی قیمتِ اعظم کا تعلق مساوات قُطر = $\left(\frac{ر}{ا}\right)^{\frac{2}{3}}$ سے تعبیر ہو سکتا ہے۔ اِس مساوات میں ا مقدارِ مستقل ہے، جس کی قیمت دھات یا بھرت کی نوعیت پر موقوف ہے۔ اگر قُطر ملی میٹروں سے تعبیر کیا جائے تو ا کی قیمت، تانبے کے لئے ۸۰، قلعی کے لئے ۱۲٫۸، اور سیسے کے لئے ۱۰٫۸ ہے۔

بارود اُڑانے کے گدازندے پلاٹینم (Platinum) کے باریک تار کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ یہ ٹکڑے اُڑنے والی بارود کے فاصلہ

میں داخل کر دیئے جاتے ہَیں اور قاعدہ کے سِرے لمبے لمبے محفوظ تاروں کے ذریعہ دُور رکھے ہوئے مورچہ کے ساتھ جُڑے رہتے ہَیں۔ جب پلاٹینَم (Platinum) کے تار میں طاقتور رَو گزرتی ہَے تو وہ گرم ہوکر بارود کو اُڑا دیتا ہَے۔

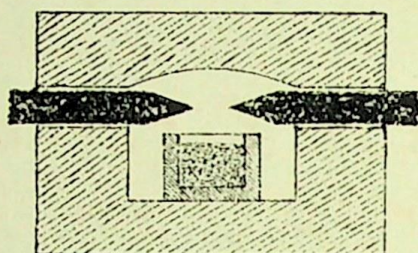
جرّاحی کے کاموں میں بھی حیوانی جلد کو داغ دینے کے لئے پلاٹینَم (Platinum) ہی کا چھوٹا سا باریک تار استعمال کیا جاتا ہَے۔ جب برقی رَو گزرتی ہَے تو پلاٹینَم (Platinum) کا تار گرم ہوکر سُرخ ہو جاتا ہَے۔ پھر اِس سے جلد کو داغ دیتے ہَیں۔

اگر دھات کی دو سلاخوں کو باہم چھوتا ہؤا رکھ کر اُن کے سنگھم میں سے برقی رَو گزاری جائے تو سلاخوں کے سِرے ایک دُوسرے سے اِس طرح جوڑ کھا جاتے ہَیں کہ گویا ٹانکے سے جوڑ دیئے گئے ہَیں۔ اِس کی وجہ یہ ہَے کہ سنگھم کے مقام پر رَو کو بہت زیادہ مزاحمت پیش آتی ہَے۔ اِس لئے یہ مقام اِتنا گرم ہو جاتا ہَے کہ سلاخوں کی سطحیں ایک دُوسری کے ساتھ جُڑ جاتی ہَیں۔

برقی بھٹّی ———— برقی بھٹّی کے متعلق جو معلومات ہم پہنچے ہَیں اُن کا بیشتر حصہ پروفیسر موئیسن[1] کی

---

[1] Moissan

جودتِ طبع کا نتیجہ ہے۔ موئیسن کی بھٹّی کا ابتدائی نمونہ شکل ۸۳ میں دکھایا گیا ہے۔ یہ چُونے یا چُونے کے پتھر کے دو، ایک دُوسرے پر رکھے ہوئے خانوں

شکل ۸۳

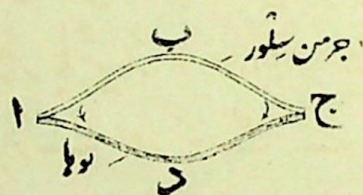
موئیسن کی برقی بھٹّی

پر مشتمل ہوتا ہے۔ مقابل دیواروں میں سُوراخوں کے رستے کاربن (Carbon) کے موٹے موٹے برقیرے داخل کر دیئے جاتے ہیں۔ اِس بات کی پیش بندی کے لئے کہ کاربن اور چُونے کے کیمیائی تعامل سے کیلسیئم کاربائیڈ (Calcium carbide) نہ بننے پائے بھٹّی پر اندر کی طرف علی التواتر مگنیشیا (Magnesia) اور کاربن (Carbon) کی تہیں چڑھا دی جاتی ہیں۔ قوس میں جو حرارت پیدا ہوتی ہے وہ ڈھکنے سے نیچے کے رُخ کو منعکس ہوتی ہے اور گُٹھالی کو "تپا" دیتی ہے۔

اِس نمونہ کی بھٹی تاجرانہ کاموں کے لئے بہت مہنگی پڑتی ہے - اِس لئے ایسے کاموں میں اُس نمونہ کی بھٹی استعمال کی جاتی ہے جس کا عمل مزاحمت پر موقوف ہے - اِس میں کاربن (Carbon) کے برقیرے اُس چیز میں گاڑ دیئے جاتے ہیں جس کو پگھلانا منظور ہوتا ہے - گاڑنے سے پہلے برقیروں کے سروں پر کوئی ناقص مُوصل مثلاً دھوانسا لگا دیا جاتا ہے - جب برقی رَو گزرتی ہے تو دھوانسا پگھل جاتا ہے - اور اِس طرح برقیروں کے درمیان ایک ایسا نیم مایع مادّہ بن جاتا ہے جس کی مزاحمت کاربن (Carbon) کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہوتی ہے - یہ ظاہر ہے کہ اِس نمونہ کی بھٹی میں برقی قوس کبھی نہیں بن سکتی - **کَیلسیم کاربائیڈ** (Calcium carbide) آج کل اِسی طرح خالص چُونے اور کوئلے کے آمیزہ سے تیار کیا جاتا ہے - جُوں جُوں کاربائیڈ (Carbide) بنتا جاتا ہے پگھل کر برتن کے پیندے میں بیٹھتا جاتا ہے - **کاربورَنڈم** (Carborundum) بھی اِسی طرح کوئلے اور ریت کے آمیزہ سے بنایا جاتا ہے - یہ مرکب کاربن (Carbon) کا سِلیسائیڈ (Silicide) ہے جو ریگ مال کی طرح گھسنے اور رگڑنے کے کام آتا ہے -

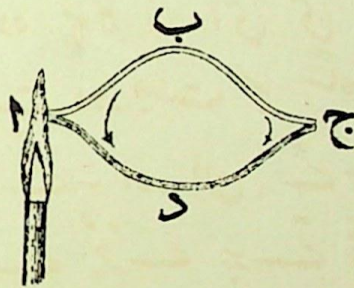
حر برقی روئیں

برق کی پیدائش حرارت سے ـــــــ

جب ایک لوہے کی اور ایک جرمن سلور (German silver) کی قوس کو شکل ۸۴ کی طرح باہم جوڑ دیا جاتا ہے تو ان کے سنگھموں پر اختلافِ قوّہ پیدا ہو جاتا ہے۔ اس اختلافِ قوّہ کا تقاضا یہ ہوتا ہے کہ ا پر ا د کی سمت میں رو جاری کر دے۔ ج پر اس تقاضے کی

شکل ۸۴

دو دھاتوں کے سنگھموں پر برقی قوت

سمت پھر لوہے کی طرف، یعنی ج د کے رُخ ہو جاتی ہے۔ لیکن اِن، برقی رو کو جاری کرنے کی متقاضی قوتوں کے باوجود کوئی رو پیدا نہیں ہوتی حالانکہ اس کے لئے مکمل دَور بھی موجود ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ا اور ج

پر کی برقی قوتوں میں باہم تعادل ہو جاتا ہے - ہاں اگر ایک سنگھم کی قوت میں کسی طرح اضافہ کر دیا جائے تو پھر البتہ یہ تعادل قائم نہیں رہتا - اِس لئے جس قوت میں اضافہ کیا جاتا ہے جدھر اُس کا تقاضا ہوتا ہے اُس سمت میں رَو چلنے لگتی ہے - چنانچہ سنگھم ا (شکل ۸۵) کو گرم کر دو تو اِس دَور میں برقی رَو چلنے لگیگی - اور اِس کی سمت وہ ہوگی جس کا بڑے تیر سے نشان دیا گیا ہے - اِس صورت میں ا پر کی بڑھی ہوئی قوت ج پر کی قوت کو مغلوب کر لیتی ہے - اِس لئے جب تک

شکل ۸۵

حر برقی رَو کی پیدائش

تپش کا اختلاف قائم رہتا ہے برقی رَو برابر جاری رہتی ہے - رَو کو قائم رکھنے کے لئے جو توانائی ضروری ہے وہ شُعلہ کی حرارت سے بہم پہنچتی ہے - اور حقیقت یہ ہے کہ یہ بھی ایک برقی مورچہ ہے جس میں رَو کو چلانے کے لئے

توانائی، کیمیائی تعامل کی بجائے حرارت سے، حاصل ہوتی ہے -

جب لوہے اور جرمن سِلور (German silver) کا ایک سنگھم گرم پانی میں ڈبو دیا جاتا ہے - اور اِن کے دُوسرے سِرے مقناطیسی برق پیما سے جوڑ دیئے جاتے ہیں تو سُوئی کا اِنصراف صاف اِس بات کا پتہ دیتا ہے کہ رَو جاری ہے - پھر اگر پانی کو ٹھنڈا کر دیا جائے تو برق کا بہاؤ گھٹ جاتا ہے - اور سنگھم کو گرم پانی سے باہر نکال لینے پر رَو بالکل رُک جاتی ہے - جہاں تک اِس تجربہ کا تعلق ہے یہ ظاہر ہے کہ تپش کا اختلاف جتنا زیادہ ہوگا رَو اُتنی ہی زیادہ طاقتور ہوگی -

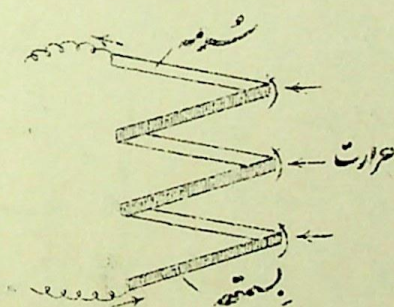
جب لوہے اور جست کا سنگھم بنسنی شُعلہ میں رکھ کر گرم کیا جاتا ہے - اور اِن کے دُوسرے سِرے مقناطیسی برق پیما سے جُڑے ہوتے ہیں تو سُوئی کے اِنصراف سے صاف معلوم ہوتا ہے کہ جُوں جُوں تپش میں ترقی ہوتی ہے رَو بھی برابر بڑھتی جاتی ہے - لیکن تپش کی ایک خاص حد پر پہنچ کر رَو مستقل ہو جاتی ہے - پھر کم ہونے لگتی ہے - اور آخرِ کار جست کے پگھلنے سے ذرا پہلے معکوس ہو جاتی ہے - واقعہ یہ ہے کہ تپش کی ترقی سے رَو میں ہمیشہ اضافہ ہی نہیں ہوتا بلکہ یہ بھی ہو سکتا ہے کہ رَو صفر ہو جائے یا اُس کی سِمت معکوس

ہو جائے۔

اکثر دھاتوں کا یہ حال ہے کہ جب اُن کے جوڑوں کے سنگھم، اختلافِ تپش کے اعتبار سے، خاص خاص حدوں پر پہنچتے ہیں تو اُن کی حر برقی رَوؤں کی سمت معکوس ہو جاتی ہے۔

حر برقی انبار

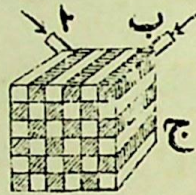
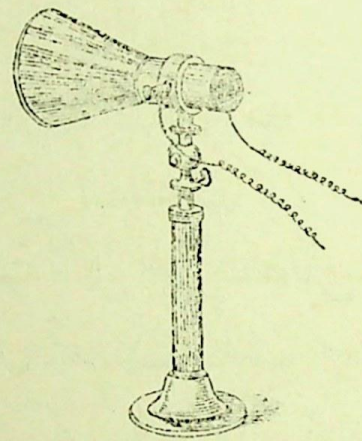
——— حرارت سے جو برقی رَو پیدا ہوتی ہے اُس سے برق حاصل کرنے میں اِتنا کام نہیں لیا جاتا جتنا کہ اِشعاع کے تعیین کرنے میں لیا جاتا ہے۔ اگر دو مختلف دھاتوں سے، شکل ۸۶ کی طرح، مرکب پتّی تیار کی جائے اور اُس کے ایک

سُرمہ
حرارت
بِسمتھ

شکل ۸۶

مرکب دھاتی پتّی سے برقی رَو

طرف کے سنگھموں کو گرم کیا جائے تو سب سنگھموں کے، رَو پیدا کرنے والے اثر، جمع ہو جاتے ہیں۔ اور سب کے اجتماع سے ایک ہی مجموعی نتیجہ پیدا ہوتا ہے۔ اِس

طرح تپش کی ذرا سی ترقی بھی اِتنی طاقت کی رَو پیدا کر دیتی ہے کہ مقناطیسی برق پیما سے بخوبی محسوس ہو سکتی ہے۔
حر برقی انبار میں، جو سُرمہ اور بِسمتھ (Bismuth) کی متواتر سلاخوں پر مشتمل ہوتا ہے، دھاتیں شکل ۸۷ کی طرح خوب دبا کر ایک دُوسری پر بٹھا دی جاتی ہیں

(ب)

مرکب سلاخوں کی ترتیب کی توضیح

(ا)

حر برقی انبار

شکل ۸۷

اور سنگھموں کے سِوا باقی تمام مقامات پر ابرک کے تختوں سے دھاتوں کا حقیقی تماس روک دیا جاتا ہے۔ شکل ۸۷(ب) میں یہ حالت، دبیز خطوں سے دکھائی گئی ہے۔ اِسی شکل کے حصہ (ا) میں یہ بھی دکھا دیا گیا ہے کہ مکمل حالت میں اِس آلہ کی کیا صورت ہوتی ہے۔ اِس کے ساتھ

ایک جامع اور محافظ مخروط بھی لگا ہوا ہے جو انبار کے اُس پہلو پر ہے جدھر مبدأ حرارت رکھا جاتا ہے۔ شکل میں جو باریک تار دکھائے گئے ہیں وہ مقناطیسی برق پیما کے ساتھ جوڑے جاتے ہیں۔ اور مقناطیسی برق پیما اِس آلہ کے ساتھ رو دکھانے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ اِس آلہ کو حر برقی انبار کہتے ہیں۔ یہ آلہ اِشعاع کے لئے بہت حسّاس ہے۔

دو دھاتوں کو جوڑ کر جو دَور بنا لیا جاتا ہے اُس کو حرارتی جُفت کہتے ہیں۔ اِن جُفتوں سے بہت بُلند درجہ کی تپش معلوم کی جاتی ہے۔ مثلاً پگھلی ہوئی دھاتوں کی تپش معلوم کرنے کے لئے اِس قسم کے جُفت بہت کار آمد ہوتے ہیں۔ اِس مطلب کے لئے عموماً پلاٹینم (Platinum) اور پلاٹینم (Platinum) اور روڈیئم (Rhodium) سے بھرت کو جوڑ کر جُفت بنایا جاتا ہے۔ اِس جُفت کے سَنگھم پر حفاظت کے لئے آتشی مٹی چڑھا دی جاتی ہے۔ اور پھر سَنگھم کو پگھلی ہوئی دھات میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ مقناطیسی برق پیما کا اِنحراف دیکھنے سے تپش معلوم ہو سکتی ہے۔ اِس صورت میں حرارتی جُفت گویا تپش پیما کا کام دیتا ہے۔

تجربہ ۵۳ ــــــ حر برقی روئیں۔

(۱) ایک لوہے کا اور ایک جرمن سِلور (German silver)

کا تار لے کر اِن کا ایک ایک سِرا ٹانکے سے ایک دُوسرے کے ساتھ جوڑ دو۔ اور اِن کے دُوسرے سِرے ٹانکا لگا کر تانبے کے لمبے تاروں سے جوڑ دو۔ پھر اِن تانبے کے تاروں کو آئینہ دار مقناطیسی برق پیما کے ساتھ مِلا دو۔ آئینہ دار برق پیما ایسا ہونا چاہیئے کہ اُس میں مزاحمت زیادہ نہ ہو۔ اب لوہے اور جرمن سِلوَر (German silver) کے سَنگھم کو گرم پانی میں ڈبو کر گرم کرو۔ اور مقناطیسی برق پیما کا اِنصراف دیکھ لو۔ پھر پانی کو ٹھنڈا ہونے دو۔ دیکھو جُوں جُوں پانی ٹھنڈا ہوتا ہے اِنصراف گھٹتا جاتا ہے۔ اب سَنگھم کو گرم پانی سے باہر نکال لو۔ دیکھو اب اِنصراف گھٹ کر صفر ہو گیا۔

(ب) لوہے اور تانبے کی پٹّیوں کو شکل ۸۶ کی طرح جوڑو۔ اور اِن کے انتہائی سِروں کو مقناطیسی برق پیما سے مِلا دو۔ پھر سَنگھم کے مقاموں کو ایک ایک خالی چھوڑ کر بنسنی شُعلہ سے گرم کرو۔ دیکھو سُوئی کو کتنا بڑا اِنصراف ہوتا ہے۔

(ج) ایک لوہے کا اور ایک تانبے کا تار لے کر اِن کا ایک ایک سِرا ایک دُوسرے کے ساتھ ٹانکے سے مِلا دو۔ اور دونوں کے آزاد سِروں پر ٹانکے سے تانبے کے تار جوڑو۔ پھر اِن تانبے کے تاروں کو مقناطیسی برق پیما سے مِلاؤ۔ اور لوہے اور تانبے کے سَنگھم کو بنسنی شُعلہ سے گرم کرو۔ اور اِس بات پر غور کرو کہ مقناطیسی برق پیما پر کیا کیا کیفیتیں

طاری ہوتی ہیں - دیکھو تپش کے ساتھ ساتھ اِنحراف بھی بڑھتا جاتا ہے - پھر ایک حد پر پہنچ کر ٹھیر جاتا ہے - اِس کے بعد گھٹنا شروع ہوتا ہے - اور آخر کار دُوسری سمت میں چلا جاتا ہے -

نویں فصل کی مشقیں

۱- وولٹائی مورچہ سے ہم ایک ہی وقت میں باریک تار اور ہلکائے ہوئے سلفیورک (Sulphuric) تُرشہ میں سے رَو گزارتے ہیں - یہ تمام چیزیں مسلسل ترتیب میں رکھی ہیں - بتاؤ تار اور ہلکائے ہوئے تُرشہ کے واردات کیا ہونگے - اگر مورچے کو اِس طرح معکوس کر دیا جائے کہ تار اور مائع مذکور میں برقی رَو کی سمت بدل جائے تو تار اور مائع میں کیا کیا تغیر پیدا ہونگے؟

۲- ہمارے پاس ایک پلاٹینَم (Platinum) اور ایک تانبے کا تار ہے جن کی جسامت مساوی ہے - اِن دونوں کو مسلسل ترتیب میں رکھ کر اِن میں سے ہم برقی رَو گزارتے ہیں - جب رَو کی طاقت ایک خاص حد تک پہنچ جاتی ہے تو پلاٹینَم (Platinum) کا تار گرم ہوکر سُرخ ہو جاتا ہے اور تانبے کا تار ویسا ہی تاریک رہتا ہے - تم اِس واقعہ کی کیا توجیہ کروگے؟

۳- ایک تانبے کے تار میں جس کا ایک سِرا دُوسرے سِرے سے موٹا ہے برقی رَو چل رہی ہے - اگر تار کے اِن دونو

حصوں میں رَو کی طاقت یا تپش کا کچھ اختلاف ہے تو بتاؤ یہ کس قسم کا اختلاف ہے اور کیوں ہے۔

۴- اِس بات کو مان لو کہ رَو سے تار میں جو حرارت پیدا ہوتی ہے اُس کی پیدائش کی شرح رَو کے مربع اور مزاحمت کے حاصلِ ضرب کی متناسب ہوتی ہے۔ پھر تین دقیقوں میں ۳ فُٹ لمبے تار میں ۲ اَمپیری کی رَو سے پیدا ہونے والی حرارت کا اُس حرارت سے مقابلہ کرو جو ۳ اَمپیری کی رَو ۲ دقیقوں میں اُسی تار کے ۲ فُٹ لمبے ٹکڑے میں پیدا کرتی ہے۔

۵- ہمارے پاس مساوی جسامت اور مساوی طول کے دو تار ہیں جن میں ایک تانبے کا ہے اور دُوسرا لوہے کا۔ یہ دونوں ایک مورچہ کے قطبوں سے مسلسل ترتیب میں جوڑ دیئے گئے ہیں۔ اِس صورت میں لوہے کا تار تانبے کے تار سے زیادہ گرم ہو جاتا ہے۔ اِس کے بعد جب ان دونوں تاروں کو ہم اُسی مورچہ کے ساتھ متوازی ترتیب میں جوڑتے ہیں تو اِس صورت میں تانبے کا تار لوہے کے تار سے زیادہ گرم ہوتا ہے۔ اِن مشاہدات کی توجیہ کرو۔

۶- وولٹائی خانہ سے ایک باریک تار میں رَو جاری کی گئی ہے۔ خانہ کی مزاحمت تار کے مقابلہ میں بہت کم ہے۔ اگر تار کا طول نصف کر دیا جائے تو اِس سے حرارت کی پیدائش میں کیا تبدیلی واقع ہوگی؟

۷- دو تار وولٹائی خانہ کے ساتھ مسلسل ترتیب میں

جوڑ دیئے گئے ہیں۔ اور خانہ کی مزاحمت مقابلتہً بہت کم ہے۔ مُشاہدہ سے ہم اِس نتیجہ پر پہنچے ہیں کہ ایک تار میں دُوسرے تار کی بہ نسبت دو چند حرارت پیدا ہوئی ہے۔ فرض کرو کہ یہ دونوں تار باری باری سے اُسی خانہ کے ساتھ جوڑے گئے ہیں۔ اور اِس صورت میں جتنی جتنی حرارت فی ثانیہ اِن تاروں میں پیدا ہوتی ہے اُس کا باہم مقابلہ کرو۔

۸۔ ایک وُولٹائی خانہ کی مزاحمت ناقابلِ لحاظ ہے۔ اِس کے پتروں کو ہم پلاٹینم (Platinum) کے تار سے باہم جوڑ دیتے ہیں۔ اب اگر اِس تار کو اِس طور پر کھینچا جائے کہ اُس کا طول دو چند ہو جائے اور تار سراسر ہموار رہے تو تار میں حرارت کی پیدائش پر اور خانہ میں جست کے حل ہونے پر اِس کا کیا اثر پڑیگا؟

۹۔ جرمن سِلوَر (German silver) کے ننگے تار کا مرغولہ ایک جامع خانہ کے قطبوں سے جوڑ دیا گیا ہے۔ اور اِس تار کا طول معلوم ہے۔ ہمارا مُشاہدہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ تار گرم ہوگیا ہے۔ بتاؤ اِس کی کیا وجہ ہے۔ یہ بھی بتاؤ کہ تار میں جو حرارت پیدا ہو رہی ہے اُس کی پیدائش کی شرح معلوم کرنے کے لئے کون کون سی باتوں کو محسوب کرنا چاہیئے۔

اِس تقریر میں جس تار کا ذکر آیا ہے، اُس سے آدھی تراشِ عمودی کا اُسی مادّہ کا بنا ہؤا، کتنا لمبا تار اُس کے

ساتھ مسلسل ترتیب میں جوڑنا چاہیئے کہ اِس پہلے تار کے اندر حرارت کے پیدا ہونے کی شرح گھٹ کر تین چوتھائی رہ جائے؟

۱۰- ایک وولٹائی مورچہ کی مزاحمت ۱ وولٹ ہے۔ اِس کے قُطب دو تاروں کے ذریعہ **متوازی** ترتیب میں جوڑ دیئے گئے ہیں۔ ایک تار کی مزاحمت ۶ اوہم اور دُوسرے تار کی مزاحمت ۸ اوہم ہے۔ مورچہ کے سِروں کا اختلافِ قُوّہ ۲ وولٹ ہے۔ اِن مقدمات کی مدد سے برقی رَووُں کی طاقت معلوم کرو۔ اور دونوں تاروں میں جن شرحوں سے توانائی صَرف ہو رہی ہے اُن کا باہم مقابلہ کرو۔ اور یہ بھی بتاؤ کہ اِس مورچہ کی ق م ب کیا ہوگی۔

۱۱- ہمارے پاس ایک کیمیائی برق پیما اور ایک تار کا مرغولہ ہے۔ اِن دونوں کو ہم وولٹائی مورچہ کے ساتھ مسلسل ترتیب میں جوڑ دیتے ہیں۔ اگر رَو اِس طرح بدل دی جائے کہ مرغولہ میں پہلے سے دو چند حرارت پیدا ہونے لگے تو کیمیائی برق پیما میں جو کیمیائی تعامل ہو رہا ہے اُس کی شرح میں کیا تغیر پیدا ہوگا؟

۱۲- اگر ۷ اوہم مزاحمت کا مرغولہ پانی میں ڈبو دیا جائے اور ۱۰ دقیقوں تک ۳ء۰ ایمپیری کی رَو جاری رکھنے سے اِس پانی کی تپش میں ۱° م کا اضافہ ہو تو اِس پانی کی کمیت کیا ہوگی؟ اِس بات کو فرض کر لو کہ تمام حرارت پانی ہی میں جاتی ہے۔

۱۳- ہم نے حرارہ پیما میں ۱۰۰۰ گرام پانی ڈال کر اُس کے اندر ۵ء۲۳ اوہم مزاحمت کا تار رکھا ہے۔ اور اِس تار میں

۱۰ دقیقوں تک ۵ ایمپیری کی رَو گزاری ہے - اگر اِس پانی کی ابتدائی تپش ۱۰°م ہو تو اِس کی آخری تپش کیا ہوگی ؟

۱۴- ۵ اوہم مزاحمت کا تار حرارہ پیما میں رکھا ہے اور اِس میں ہم نے رَو جاری کر دی ہے - حرارہ پیما میں سے ۱۵ مکعب سم فی دقیقہ کی شرح سے پانی کی رَو چل رہی ہے - اور برقی رَو اِس انداز سے حرارت پیدا کر رہی ہے کہ حرارہ پیما سے باہر نکلتے ہوئے پانی کی تپش ابتدائی تپش سے ۴°م بڑھی ہوئی ہے - اِن مقدمات سے کام لے کر رَو کی طاقت معلوم کرو -

۱۵- ہم نے مماسی مقناطیسی برق پیما کے کم مزاحمت والے مرغولہ میں برقی رَو اِس طرح جاری کی ہے کہ دَور میں ایک ایسا تار بھی داخل ہے جس کی مزاحمت ۱ اوہم ہے - اور یہ تار ۱۰۰ گرام پانی میں ڈوبا ہؤا ہے - ۴۰ دقیقوں میں پانی کی تپش ۸ر۱۵°م بڑھ گئی ہے اور اِنصراف کا اوسط ۳۲° ہے - اِن مقدمات سے کام لے کر برقی رَو کی طاقت اور مقناطیسی برق پیما کا تحویلی جُز معلوم کرو -

مس ۳۲° = ۰ر۶۲۵

۱۶- برقی لمپ پر ایک مختصر سا مضمون لکھو - اور گزشتہ چند سالوں میں اِس لمپ میں جو کچھ اصلاح ہوئی ہے اپنے مضمون میں اُس سے خاص طور پر بحث کرو -

دسویں فصل

برقی مقناطیسی اِمالہ۔ رمکارف[1] کا چکر

ٹیلیفون۔ رانجنی[2] شعاعیں

فیراڈے کے تجربے

تم دیکھ چکے ہو کہ رَو کے حامل تار کے اِرد گِرد کی فضاء میں مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا ہے۔ اگر رَو اور مقناطیسی میدان کا تعلق لازم و ملزوم کا تعلق ہے تو ہم اِس بات کی توقع رکھ سکتے ہیں کہ مکمل دَور کے گِرداگِرد جب مقناطیسی میدان پیدا ہو تو اِس میدان کو دَور میں برقی رَو جاری کر دینی چاہیئے۔ فیراڈے

---

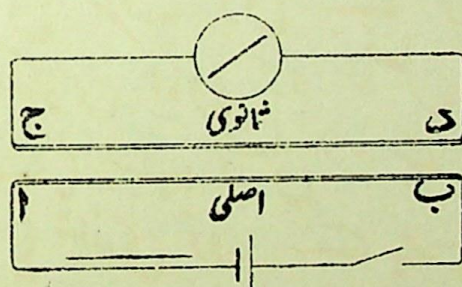
[1] Rhumkorff

[2] Röntgen

نے ۱۸۳۱ء میں اپنے تجربوں سے ثابت کر دیا کہ مکمل دَور جب مقناطیسی میدان میں اِس طرح حرکت کرتا ہے کہ دَور میں سے گزرنے والے خطوطِ قوت کی تعداد بدل جاتی ہے تو دَور میں قوت محرکۂ برق پیدا ہوتی ہے جو مقدار میں، دَور میں سے گزرنے والے خطوطِ قوت کی شرحِ تغیر کی متناسب ہوتی ہے اور جب تک یہ تغیر جاری رہتا ہے وہ بھی قائم رہتی ہے۔ یہ "خطوطِ قوت کی شرحِ تغیر اور اِس سے پیدا ہونے والی ق م ب کا تعلق" فیراڈے کا کُلیہ کہلاتا ہے۔

شکل ۸۸ میں فیراڈے کے ابتدائی تجربہ کی کیفیت دکھائی گئی ہے۔ اِس میں ا ب اور ج د دو متوازی تار ہیں۔ ا ب ایک مورچہ اور کُنجی کے ساتھ

ج ثانوی د

ا اصلی ب

شکل ۸۸

اِمالی رَو کے متعلق فیراڈے کا ابتدائی تجربہ

جوڑ دیا گیا ہے اور ج د ایک مقناطیسی برق پیما کے ساتھ

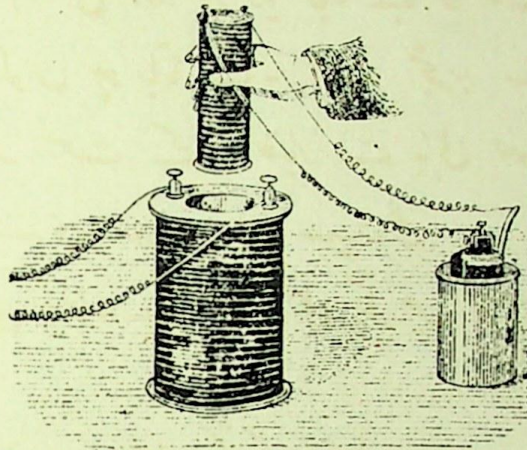
جُڑا ہُوا ہے۔ ا ب کو اصلی دَور اور ج د کو ثانوی دَور کہتے ہیں۔ جب اصلی دَور مکمل کر دیا جاتا ہے تو ج د میں ایک عارضی سی رَو نمودار ہوتی ہے جس کی سمت ا ب کی رَو کے مخالف ہوتی ہے۔ پھر جب اصلی دَور توڑ دیا جاتا ہے تو اِس وقت بھی ج د میں ایک عارضی سی رَو پیدا ہوتی ہے۔ اور اِس رَو کی سمت وُہی ہوتی ہے جو ا ب کی رَو کی سمت ہے۔

اِس طرح جو رَو پیدا ہوتی ہے فیراڈے نے اُس کا نام اِمالی رَو رکھا ہے۔ اِس کے متعلق فیراڈے نے مندرجہ ذیل باتیں بھی معلوم کی ہیں:—

(ا) جب اصلی رَو شروع ہوتی ہے یا جب اُس میں اضافہ ہوتا ہے یا جب وہ ثانوی دَور کی طرف آتی ہے تو اِن صورتوں میں ایک معکوس اِمالی رَو حاصل ہوتی ہے۔

(ب) جب اصلی رَو بند ہوتی ہے یا گھٹتی ہے یا ثانوی دَور سے پرے ہٹتی ہے تو اِن حالتوں میں بھی اِمالی رَو حاصل ہوتی ہے۔ لیکن اِس رَو کی سمت وُہی ہوتی جو اصلی رَو کی سمت ہے۔

اگر تاروں کو لپیٹ کر شکل ۸۹ کی طرح چکّروں کی صورت پیدا کر لی جائے تو بہت لمبے لمبے تار آسانی

سے کام میں لائے جا سکتے ہیں۔ علاوہ بریں جب اصلی چکّر میں نرم لوہے کا قلب داخل کر دیا جاتا ہے تو نتائج

شکل ۸۹

اِمالی رَوؤں کی پیدائش

زیادہ نمایاں ہو جاتے ہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس صورت میں وہ خطوطِ قوت جو چکّر سے متعلق ہوتے ہیں اُن کی تعداد بڑھ جاتی ہے۔

تجربہ ۷۸ ——— معکوس اور سیدھی اِمالی رَوئیں۔

(ا) اِس بات کو دیکھ لو کہ مقناطیسی برق پیما کے کون سے سِرے کو مثبت بنا دینے سے دائیں یا بائیں ہاتھ کی طرف اِنصراف ہوتا ہے۔ پھر اصلی چکّر کو مقناطیسی برق پیما

سے کچھ فاصلہ پر رکھ کر ثانوی چکّر کے اندر داخل کرو۔ اِس کے بعد اصلی چکّر کو مکمل کر دو۔ اور اِنصراف کی سمت ملاحظہ کرو۔ دیکھو سُوئی کس طرح لَوٹ کر صفر پر آ جاتی ہے۔ اور یہ بات بھی مُشاہدہ کرو کہ جب اصلی دَور توڑ دیا جاتا ہے تو سُوئی کا اِنصراف کس طرح معکوس ہو جاتا ہے۔ اپنے تجربہ سے اِس بات کی تصدیق کرو کہ سمت کے اعتبار سے پہلی صورت میں رَو معکوس ہے اور دُوسری صورت میں سیدھی۔

یہی مُشاہدے اب اصلی چکّر میں لوہے کا قلب رکھ کر کرو۔

(ب) اصلی چکّر کو فاصلے پر لے جاؤ اور اِس کا دَور مکمل کرو۔ پھر اِس کو جلدی سے ثانوی چکّر کی طرف لاؤ۔ اِس کے بعد جب سُوئی پھر ساکن ہو جائے تو اصلی چکّر کو دُور ہٹا لو۔ اپنے مشاہدات سے معکوس اور سیدھی رَو کی تصدیق کرو۔

(ج) اصلی چکّر کو ثانوی چکّر میں رکھو۔ اور اصلی دَور میں ایک قابلِ ترتیب مزاحمت داخل کرو۔ پھر مشاہدوں سے اِس بات کی تصدیق کرو کہ اصلی رَو کے اضافہ سے معکوس ثانوی رَو اور اصلی رَو کے کم ہونے سے سیدھی ثانوی رَو پیدا ہوتی ہے۔

(د) اب اصلی چکّر کی بجائے سلاخی مقناطیس لے کر تجربہ (ب) کو دُہراؤ۔ مُشاہدوں سے اِس بات کی تصدیق کرو کہ جب مقناطیس کا شمال نما قطب چکّر کی طرف آتا ہے تو اِمالی رَو کا

یہ انداز ہوتا ہے کہ چکر کا قریبی سرا شمال نما قطبیت حاصل کر لیتا ہے ۔ اور جب مقناطیس کا یہی قطب چکر سے پرے ہٹتا ہے تو چکر کے اُسی سرے میں جنوب نما قطبیت ہو جاتی ہے ۔

کلیۂ لینز[۹۱] ——— اُوپر کے تجربوں میں جو اِمالی روئیں مشاہدہ میں آئی ہیں اُن کی پیدائش کے لئے توانائی کی ضرورت ہے ۔ اور چونکہ ثانوی چکر میں اُس توانائی کا کوئی مبدأ موجود نہیں جو اِمالی رَو سے تعبیر ہوتی ہے اِس لئے ضروری ہے کہ یہ توانائی کسی خارجی عامل کا نتیجہ ہو ۔ واقعہ یہ ہے کہ تجربہ ۱۰۸ (ب) اور (د) میں یہ توانائی اُس حیلی کام سے حاصل ہوتی ہے جو اِن دو چکروں کی رَوؤں کے تجاذب یا تدافع کی باہمی قوتوں کے مغلوب کرنے میں صرف ہوتا ہے ۔ چنانچہ اصلی چکر (یا مقناطیس کا قطب) ثانوی چکر کی طرف آتا ہے تو ثانوی رَو کی سمت کا یہ انداز ہوتا ہے کہ دونوں میں تدافع کی کیفیت پیدا ہوتی ہے ۔ اور جب اصلی چکر (یا مقناطیس کا قطب) ثانوی چکر سے پرے ہٹ رہا ہوتا ہے تو اِمالی رَو اُس کو اپنی طرف کھینچتی ہے ۔ اِن معلومات کو نگاہ میں رکھ کر لینز کا کلیہ ہم ذیل کے لفظوں میں بیان کر سکتے ہیں : ———

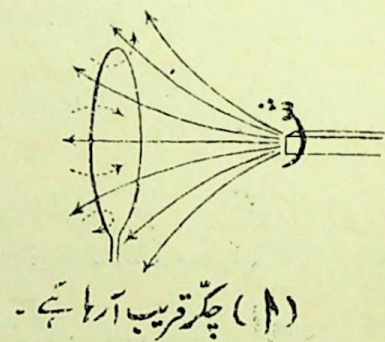
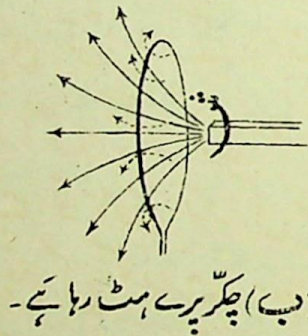
---

[۹۱] Lenz

اِمالی رَو کی سمت کا یہ انداز ہوتا ہے کہ اُس کا ردِّ عمل اُس حرکت یا تغیر کو جس سے اِمالی رَو منتج ہوتی ہے روک دینا چاہتا ہے۔

اگر سُوت میں لپٹے ہوئے تار کے ایک ایسے چکّر سے بحث کی جائے جو مقناطیسی قطب کی طرف آ رہا ہو یا اُس سے پرے ہٹ رہا ہو تو یہ مسئلہ بخوبی واضح ہو جائیگا۔ تقریباً ۱۰ سمر قطر اور تار کے ۵۰ دائروں کے چکّر اِس مطلب کے لئے بہت مناسب ہیں۔ شکل ۹۰ (ا) پر غور کرو۔ اِس سے صاف ظاہر ہوتا ہے کہ چکّر جب مقناطیسی قطب کی طرف آتا ہے تو چکّر میں سے

(ا) چکّر قریب آ رہا ہے۔

(ب) چکّر پرے ہٹ رہا ہے۔

شکل ۹۰

تار کے چکّر میں اِمالی رَوؤں کی سمتیں

گزرنے والے مقناطیسی خطوطِ قوت کی تعداد بڑھ جاتی ہے۔ اِس صورت میں کُلیۂ لینز کے رُو سے رَو کی سمت کا یہ

انداز ہونا چاہیئے کہ چکّر کے اُس پہلو میں جو مقناطیسی قطب ب کی طرف ہے شمال نما قطبیت پیدا ہو جائے۔ اور جب یہ حال ہو تو ضروری ہے کہ اِس قطبیت کی وجہ سے' چکّر میں سے گزرتے ہوئے ایسے مقناطیسی خطوطِ قوت پیدا ہوں جن کی سمت' مقناطیسی قطب کے پیدا کئے ہوئے مقناطیسی خطوطِ قوت کی سمت' کے متضاد ہو۔ اِسی طرح' جیسا کہ شکل ۹۰ (ب) میں دکھایا گیا ہے' جب چکّر مقناطیسی قطب سے پرے ہٹتا ہے تو چکّر کا وہ پہلو جو مقناطیس کی طرف ہوتا ہے جنوب نما قطبیت حاصل کر لیتا ہے۔ اور اِس صورت میں رَو سے پیدا ہونے والے مقناطیسی خطوطِ قوت' چکّر میں سے اُسی سمت میں گزرتے ہیں جو مقناطیس کے پیدا کئے ہوئے خطوطِ قوت کی سمت ہے۔ یہ تمام باتیں مختصر طور پر قاعدۂ ذیل کی تحت میں آسکتی ہیں :—

جب دَور میں سے گزرنے والے خطوطِ قوت کی تعداد بڑھتی ہے یا گھٹتی ہے تو اِمالی رَو وہ سمت اختیار کرتی ہے جو خطوطِ قوت کی تعداد کو مستقل رکھنے کی متقاضی ہوتی ہے۔

اِمالی ق م ب —— مکمل دَور میں اگر ق م ب پیدا نہ ہو تو اُس میں رَو کا جاری ہونا ممکن نہیں۔ اِس سے ظاہر ہے کہ دَور میں سے گزرنے والے

مقناطیسی خطوطِ قوت کے تغیر کا سب سے پہلا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ دَور میں ق م ب پیدا ہو جاتی ہے۔ پھر یہ بھی ظاہر ہے کہ ق م ب کی مقدار کُلیتہً اِس بات پر موقوف ہونی چاہیئے کہ دَور میں سے گزرنے والے خطوطِ قوت کی تعداد کس شرح سے بدل رہی ہے۔ اور رَو کے متعلق تم جانتے ہو کہ وہ دَور کی مزاحمت پر بھی موقوف ہے۔ یہ بات بھی قابلِ لحاظ ہے کہ دَور مکمل ہو یا غیر مکمل، ق م ب دونوں صورتوں میں پیدا ہوتی ہے۔ لیکن رَو صِرف اُس حالت میں پیدا ہو سکتی ہے جبکہ دَور مکمل کر دیا گیا ہو۔

اگر دَور، تار کے دو دائروں پر مشتمل ہو، اور یہ دائرے مسلسل ترتیب میں ہوں، تو ہر ایک دائرہ میں اُتنی ہی ق م ب پیدا ہوتی ہے جتنی کہ دُوسرے میں۔ اور اِس طرح انتہائی سِروں کے درمیان مجموعی ق م ب واحد دائرہ کے مقابلہ میں دو چند ہو جاتی ہے۔ اِسی طرح، اگر چکّر تار کے ع دائروں پر مشتمل ہو تو مجموعی اِمالی ق م ب، ع گُنا ہوگی۔

ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ اگر اِمالی ق م ب مطلق اکائیوں سے تعبیر کی جائے تو وہ دَور میں سے گزرنے والے خطوطِ قوت کی تعداد کی شرحِ تغیر کے برابر ہوتی ہے۔

مثلاً اگر دَور میں سے گزرنے والے خطوطِ قوت کی تعداد، وقت و میں، ع۱ سے بدل کر ع۲ ہو جائے تو

$$\text{ب} = \frac{\text{ع}_1 - \text{ع}_2}{\text{و}} \qquad (1)$$

اور اگر دَور مکمل ہو تو

چونکہ

$$\text{ر} = \frac{\text{ب}}{\text{ن}}$$

اِس لئے

$$\text{ر} = \frac{\text{ع}_1 - \text{ع}_2}{\text{ن و}} \qquad (2)$$

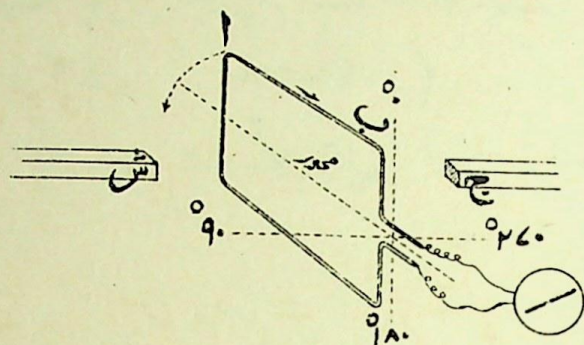
مساوات (۱) کو ہم ق م ب کی اُس مطلق اِکائی کے لئے تعریف کی بنیاد قرار دے سکتے ہیں جس سے عملی اِکائی (یعنی وولٹ) حاصل کی جاتی ہے۔ اِس اعتبار سے ق م ب کی مطلق اِکائی کی یہ تعریف ہو سکتی ہے کہ

وہ ق م ب کی وہ مقدار ہے جو واحد دَور میں خطوطِ قوت کی تعداد کے اِکائی تغیر فی ثانیہ سے پیدا ہوتی ہے۔

ڈینیمو[۵۱] ——— گزشتہ تقریروں میں جن اصولوں سے بحث کی گئی ہے ڈینیمو اُن کی ایک نہایت اہم عملی صورت ہے۔ شکل ۱۷۱ پر غور کرو۔

---

۵۱ Dynamo

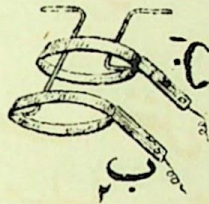
اِس میں ایک مستطیل چکّر دکھایا گیا ہے - اِس کے مقابل پہلوؤں پر دو مقناطیسوں کے متضاد قطب رکھے ہیں - فرض

شکل ۹۱

ڈینیمو کا اصول

کرو کہ یہ مستطیل چکّر، مقناطیسی قطبوں کے پیدا کئے ہوئے میدان میں ایک اُفقی محور کے گرد گردش کرتا ہے - اگر گردش کی سمت، جیسے کہ شکل میں تیر سے دکھائی گئی ہے، گھڑی کی سوئیوں کی سمتِ حرکت کے برعکس ہو تو ظاہر ہے کہ مستطیل کے ضلع اب میں اِمالی ق م ب کی سمت کُلیۂ لینز کے رُو سے، ا سے ب کے رُخ ہوگی - اور مقابل کے ضلع میں اُس کی سمت، سمت مذکور کے برعکس ہوگی - جب تک چکّر ۱۸۰° میں گردش نہ کر جائیگا یہ سمتیں اِسی حال پر رہینگی - پھر اگر گردش کو ۱۸۰° سے آگے بڑھایا جائیگا تو اِمالی ق م ب، معکوس ہو جائیگی -

اور گردش کے اِن مزید ۱۸۰° کے پُورا ہونے تک اِسی طرح معکوس رہیگی۔

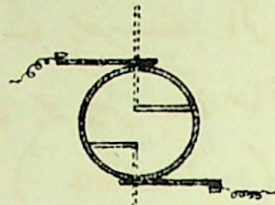
اِس چکّر کے سِرے اگر ایسے حلقوں (شکل ۹۲) سے جوڑ دیئے جائیں جو چکّر کے ساتھ گردش کرتے ہوں اور دھات یا کاربن (Carbon) کے بُرشوں ب۱ اور ب۲ کو چھُوتے جاتے ہوں، تو پیدا شدہ رَو کو ہم

ب۱
ب۲
C

متبادِل کے جامع بُرش

شکل ۹۲

جمع بھی کر سکتے ہیں۔ اِس طرح جو رَو حاصل ہوتی ہے اُس کے متعلق یہ ظاہر ہے کہ ہر بار جب چکّر انتصابی وضع سے گزرتا ہے تو رَو کی سمت بدل جاتی ہے۔ اِس بناء پر اِس مشین کو ہم **متبادِل رَو کا ڈینیمو** یا صرف **متبادِل ڈینیمو** کہہ سکتے ہیں۔

جب پھٹا ہُوا حلقہ (شکل ۹۳) استعمال کیا جاتا ہے تو چکّر کے جو سِرے بُرشوں کے ساتھ ملے ہوئے

ہیں وہ ہر نصف گردش کے بعد بدل جاتے ہیں۔ اِس

مسلسل ڈینیمو کا مقلّب

شکل ۹۳

تدبیر سے رَو کی سمت مستقل رکھی جا سکتی ہے۔ اِس صورت میں اِس مشین کو مسلسل رَو کا ڈِینیمو یا صرف مسلسل ڈِینیمو کہتے ہیں۔

شکل ۹۱ سے یہ بھی ظاہر ہے کہ اگر گردش کی رفتار ہموار ہو تو مستطیل کے اُفقی ضلعے جس شرح سے خطوطِ قوت کو کاٹتے ہیں وہ چکّر کی اِنتصابی وضع میں صفر ہو جاتی ہے۔ پھر جب چکّر اِس وضع سے آگے بڑھتا ہے تو یہ شرح بھی بالتدریج بڑھتی جاتی ہے حتیٰ کہ چکّر کی اُفقی وضع میں جا کر اپنی قیمتِ اعظم پر پہنچ جاتی ہے۔ اِس لئے ق م ب، متسلسل گھٹتی بڑھتی رہتی ہے۔ اور اِس سے غیر مستقل رَو حاصل ہوتی ہے۔ عملیات میں مستقل رَو، نرم لوہے کے اُستوانہ نما تکلے پر یکساں طور سے لپیٹے ہوئے

اور ایک دُوسرے کے ساتھ مسلسل یا متوازی ترتیب میں جوڑے ہوئے، چکّروں کی بہت بڑی تعداد کے استعمال سے، حاصل کی جاتی ہے۔ اِس صورت میں جب بعض چکّروں میں اِمالی ق م ب اپنی اقل قیمت پر ہوتی ہے تو اُسی وقت بعض چکّروں میں وہ اپنی قیمتِ اعظم پر بھی ہوتی ہے۔ اور اِس طرح مستقل رَو جاری ہو جاتی ہے۔ اِس، تکلے اور چکّروں کی ترتیب کو ناظر کہتے ہیں۔

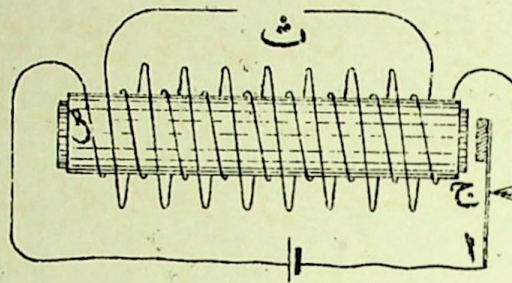
اُن مشینوں میں جو بڑی بڑی رَوئیں پیدا کرنے کے لئے بنائی جاتی ہیں ناظر کو طاقتور برقی مقناطیس کے قطبوں کے درمیان رکھ کر بھاپ یا گیس کے اِنجن سے یا پانی کی طاقت سے گردش دی جاتی ہے۔

رمکارف کا چکّر

رمکارف[1] کا چکّر، تجربہ ۸ (ج) کی ایک عملی صورت ہے۔ اِس میں ثانوی چکّر کے سِروں کے درمیان، ق م ب ثانوی چکّر کے اندر رکھے ہوئے برقی مقناطیس کا دَور مکمل کرنے اور توڑنے سے، پیدا ہوتی ہے۔ شکل ۹۴ میں اِس آلہ کے ضروری اجزا دکھائے گئے ہیں۔ اِس میں ص اصلی چکّر ہے جس کا قلب

[1] Rhumkorff

نرم لوہے کے تاروں سے بنایا گیا ہے۔ ج پر دور کو جلد جلد جوڑنے اور توڑنے کا انتظام کر دیا گیا

شکل ۹۷
رمکارف کا چکّر

ہے۔ ا پر ایک لچکدار انتصابی کمانی لگا دی گئی ہے۔ اِس کمانی کے اُوپر والے سرے پر نرم لوہے کا ٹکڑا لگا ہے۔ یہ ٹکڑا اصلی دور کے قلب کے قریب رہتا ہے۔ جب اصلی دور جوڑ دیا جاتا ہے تو رو تار کے چکّر میں جاری ہوتی ہے اور ج سے گزر کر کمانی میں جاتی ہے اور یہاں سے ا کے رستے پھر مورچہ میں پہنچتی ہے۔ اِس رو سے نرم لوہے کا بنا ہؤا قلب، طاقتور مقناطیس بن جاتا ہے۔ اور کمانی کے سرے پر لگے ہوئے نرم لوہے کو اپنی طرف کھینچ لیتا ہے۔ اِس طرح ج پر دور ٹوٹ جاتا ہے۔ دور کے ٹوٹ جانے سے قلب فوراً اپنے مقناطیسی خواص

کھو دیتا ہے۔ اِس لئے کمانی لَوٹ کر اپنی اصلی جگہ پر چلی جاتی ہے اور اِس طرح دَور کو پھر جوڑ دیتی ہے۔ یہ تغیر بہت جلد جلد پیدا ہوتے رہتے ہیں اور کمانی بہت تیز تیز اِرتعاش کرتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ کمانی کے ہر کامل اِرتعاش میں دَور ایک مرتبہ ٹوٹ کر قائم ہوتا ہے۔

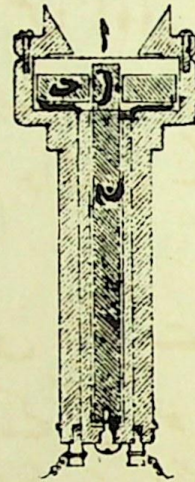
ثانوی چکّر ث اصلی چکّر کے گِرد لپیٹا جاتا ہے۔ اور اِس کے ہر دائرہ میں اِمالی ق م ب پیدا ہوتی ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ ث کے سِروں کا مجموعی اختلافِ قُوّہ، ثانوی چکّر کے تمام دائروں کے اختلافاتِ قُوّہ کا مجموعہ ہونا چاہیئے۔

عملیات میں ص ریشم سے ڈھکے ہوئے تانبے کے موٹے موٹے تاروں کے کئی سو دائروں پر، اور ث ریشم سے ڈھکے ہوئے تانبے کے باریک تار کے کئی ہزار دائروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ ثانوی چکّر کے سِروں کے درمیان اِس تدبیر سے اِتنا بڑا اختلافِ قُوّہ پیدا کر لینا ممکن ہے کہ اُس سے پندرہ بیس اِنچ لمبے شرارے پیدا ہو سکتے ہیں۔

ٹیلیفون[1] —— سنہ ۱۸۷۶ء میں گریھم بیل[2]

---

[2] Graham Bell [1] Telephone

نے وہ مقناطیسی ٹیلیفون ایجاد کیا جو آج کل بھی ٹیلیفونی نظاموں
میں "قابلہ" کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔ یہ آلہ
لوہے کی ایک بہت باریک جھلّی ا (شکل ۹۵) پر
مشتمل ہے جو نرم لوہے کے اُستوانہ ب کے سِرے
کے قریب لگا دیا گیا ہے۔ اور لوہے کا اُستوانہ ایک
مستقل اُستوانہ نما مقناطیس کے سِرے پر لگایا گیا ہے۔
جب ہوا کی موجیں اِس جھلّی سے ٹکراتی ہیں تو لوہے

شکل ۹۵

ٹیلیفون کی تراش

کے اُستوانہ میں اِرتعاش پیدا ہوتا ہے۔ اور اِس اِرتعاش
سے مقناطیسی خطوطِ قوت میں جو "ہلچل" پیدا ہوتی ہے
وہ مرغولہ (د) میں اِمالی رَوئیں پیدا کر دیتی ہے۔ مرغولہ
کا تار باریک ہوتا ہے۔ اور مرغولہ نرم لوہے کے اُستوانہ

پر لپٹا رہتا ہے ۔ مرغولہ کے سِرے سلسلہ کے تاروں سے جوڑ دیئے جاتے ہیں ۔ اور سلسلہ کے تاروں کے دُوسرے سِرے بھی بعینہٖ اِسی طرح کے آلہ سے مِلے ہوتے ہیں ۔ اِمالی رَوئیں اِس دُوسرے آلہ کے اندر رکھے ہوئے مرغولہ میں سے گزرتی ہیں ۔ اور مقناطیس کی قطبی طاقت میں جلد جلد تغیر پیدا کرتی ہیں ۔ اِن تغیروں کا اُس لوہے کے قُرص پر اثر پڑتا ہے جو مقناطیسی قطب کے قریب لگا ہوتا ہے ۔ اِس طرح قُرص میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے جو بالکل پہلے آلہ کے ارتعاش کا مشابہ ہوتا ہے ۔ اِس لئے یہاں بھی ہوا کی وُہی ابتدائی موجیں پیدا ہو جاتی ہیں ۔ اور اِن سے اُسی طرح کی آواز متشکل ہوتی ہے ۔ اِن دو آلوں میں سے پہلے کو مُرسِل اور دُوسرے کو **قابلہ** کہتے ہیں ۔ اِس ترتیب کے لئے مورچہ کی ضرورت نہیں پڑتی ۔

تجربہ ۷۹ ـــــ ٹیلیفون کا اصول

ایک بڑے سے گھوڑنعلی مقناطیس کے ایک قطب کے گرد تانبے کا محفوظ باریک تار لپیٹ کر کم از کم ۵۰ دائروں کا چکّر بنا دو ۔ اِس چکّر کے سِرے کسی کم مزاحمت والے آئینہ دار مقناطیسی برق پیما سے جوڑو ۔ پھر قطبوں کے قریب بہت جلدی سے ایک نرم لوہے کی پتّی لاؤ ۔ دیکھو مقناطیسی "ہلچل" سے مرغولہ میں ایک عارضی سی رَو پیدا ہوتی ہے ۔ اب لوہے کی پتّی کو جلدی سے

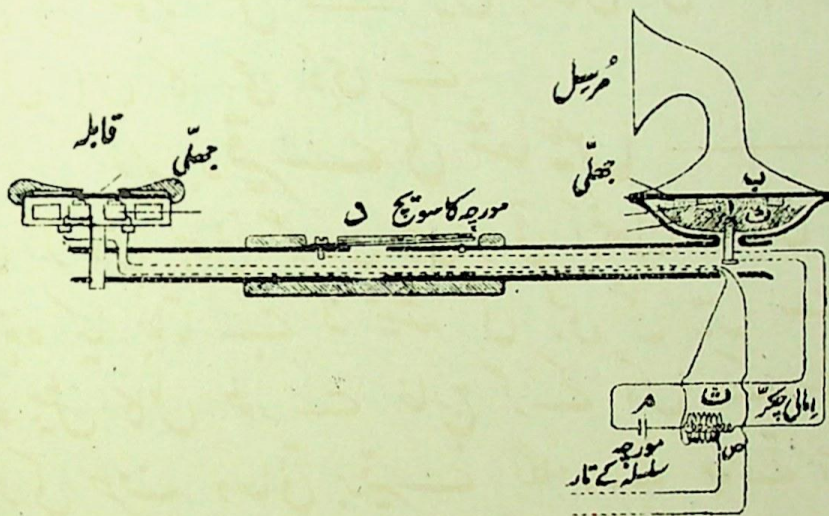
ہٹا کر دُور لے جاؤ۔ دیکھو اِس صورت میں ویسی ہی عارضی رَو معکوس سمت میں پیدا ہوتی ہے۔

آج کل ایک اَور نمونہ کا مُرسِل استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ مُرسِل ہیوز[1] کے اِکتشاف پر مبنی ہے۔ ۱۸۷۸ء میں ہیوز کو معلوم ہؤا کہ مورچہ کے سادہ دَور میں اگر ڈھیلا سا تماس داخل کر دیا جائے تو اِس ڈھیلے تماس سے ٹکرانے والی آوازی موجیں مزاحمت میں تغیر پیدا کر دیتی ہیں اور اِس لئے رَو میں بھی تغیر پیدا ہو جاتے ہیں۔ اگر یہ متغیر رَو بیل کے قابلہ کے مرغولہ میں بھیجی جائے تو وہاں پھر وُہی ابتدائی آوازی موجیں پیدا ہوتی ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس طرح مزاحمت میں جو تغیر پیدا ہو سکتے ہیں وہ نہایت خفیف ہوتے ہیں۔ اِس لئے اگر رَو میں کافی تغیر پیدا کرنا منظور ہو تو ضروری ہے کہ دَور کی مجموعی مزاحمت کم رہے۔ لیکن اگر سلسلہ کے تار بہت لمبے ہوں تو مزاحمت کا بہت کم ہونا ممکن نہیں۔ اِس مشکل کا یہ علاج کر لیا گیا ہے کہ دَور میں مُرسِل کے قریب ایک چھوٹا سا اِمالی چکّر داخل کر دیا جاتا ہے۔ اور متغیر رَو اِس چکّر کے اصلی دَور میں سے گزاری جاتی ہے۔ سلسلہ کے تاروں کے سِرے اِس

---

[1] Hughes

چکّر کے ثانوی دور سے جوڑے جاتے ہیں۔ اِس
طرح ثانوی دور میں ق م ب کو جو اِمالی تغیر لاحق
ہوتے ہیں وہ سلسلہ کے تاروں میں اِس قسم کی رَوئیں
جاری کر دیتے ہیں کہ اُن کے تغیرات سلسلہ کے دُوسرے
سرے پر پہنچ کر قابلہ کو کام میں لانے کے لئے بخوبی
کفایت کر سکتے ہیں۔

شکل ۹۶ میں جدید نمونہ کے مُرسل اور قابلہ
کا اصول دکھا دیا گیا ہے۔ اِس میں ڈھیلا تماس پیدا

شکل ۹۶

ٹیلیفون کا مرسل اور قابلہ

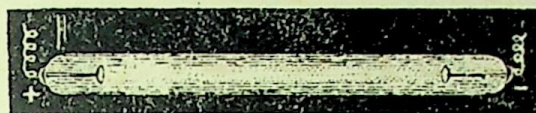
کرنے کے لئے یہ تدبیر کی جاتی ہے کہ جھلّی ب اور کاربن
(Carbon) کی تہ ك کے درمیان تکمہ دار

کاربن (Carbon) ا کی پتلی سی تہ جما دی جاتی ہے۔

ڈِھیلا تماس، اور مورچے کا سوئچ د جو دَور کو صرف اُس وقت جوڑتا ہے جب کہ آلہ ہاتھ میں لیا جاتا ہے، اور اِمالی چکّر کا اصلی دَور ص، یہ تمام چیزیں مورچہ م کے دَور میں داخل رہتی ہیں۔ سلسلہ کے تار، اِمالی چکّر کے ثانوی ٹ کے ذریعہ قابلہ کے ساتھ جوڑ دئے جاتے ہیں۔ یہ قابلہ، ساخت میں اُس قابلہ سے مختلف ہوتا ہے جس کی تصویر، شکل ۹۵ میں دکھائی گئی ہے۔ لیکن اصول اِس کا بھی وُہی ہے۔

زیرِ برقیرے کی شعاعیں

رقیق کر دی ہوئی گیسوں میں برقی اُبھرن کا اِس طرح مُشاہدہ کیا جاتا ہے کہ شیشہ کی لمبی نلی میں سے ہوا کم و بیش کامل طور سے خارج کرکے اُس کے سروں پر اندر کی طرف دھاتی برقیرے لگا دئے جاتے ہیں۔ جب برقیرے س م کا ر ف کے چکّر سے جوڑ دیئے جاتے ہیں تو نلی کے اندر ایک خفیف خفیف سا روشن اُستوانہ دکھائی دیتا ہے جس کا طول خود نلی کے برابر (شکل ۹۷) بھی ہو سکتا ہے۔ یہ واقعہ اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ رقیق شدہ گیس برق کے لئے جیّد مُوصِل بن جاتی ہے۔ اگر گیس کو اَور زیادہ

رقیق کر دیا جائے تو روشن اُستوانہ غائب ہو جاتا ہے اور

شکل ۹۷
رقیق کی ہوئی گیس میں برقی انبھرن

نلی ایک ایسے دلکش نور سے بھر جاتی ہے جو شیشہ کی تمام سطح پر پھیلا ہوُا دکھائی دیتا ہے۔اِس نور کا رنگ شیشہ کی نوعیت پر موقوف ہوتا ہے۔ چنانچہ سوڈے کے شیشہ میں یہ رنگ چمکدار سبز ہوتا ہے اور سیسے کے شیشہ میں نیلا۔

سر کروکس[۱] نے اِس قسم کے واقعات کے متعلق بہت سے اہم تجربے کئے ہیں اور وہ اِس نتیجہ پر پہنچا ہے کہ جب برقی اُنبھرن' حد درجہ کی رقیق گیس میں سے' صورت پذیر ہوتی ہے تو منفی طور پر بھرے ہوئے ذرّاتِ مادّہ بہت تیز رفتار کے ساتھ زیر برقیرہ کی سطح سے

---

[۱] Sir. W. Crookes

بھاگتے ہیں۔ اور جب تک نلی کی دیواروں، یا رستے میں رکھی ہوئی کسی اَور چیز، کے ساتھ اُن کا تصادم نہیں ہوتا اُس وقت تک اُن کی حرکت خطوطِ مستقیم میں رہتی ہے۔ اِن ذرّات کی حرکت سے جو رَو کے سے خطوط پیدا ہوتے ہیں اُن کو **زیر برقیرہ کی شعاعیں** کہتے ہیں۔

کروکس نے اِس بات کا بھی دعویٰ کیا ہے کہ یہ ذرّات جن پر زیر برقیرہ کی شعاعیں مشتمل ہوتی ہیں حقیقت میں ٹھوس، مایع، یا گیسی ذرّات نہیں ہیں۔ بلکہ ذرّات **مابعد الجواہر** ہیں جو جوہر کے مقابلہ میں بہت زیادہ صغیر القامت ہیں۔ جدید تجربوں نے ثابت کردیا ہے کہ اِس قسم کے ذرہ کی کمیتِ مادہ، ہائیڈروجن (Hydrogen) کے جوہر کی کمیتِ مادہ کا صرف تقریباً $\frac{1}{1000}$ ہوتی ہے۔ اور یہ بھی ثابت ہوا ہے کہ گیس کی نوعیت خواہ کچھ ہی کیوں نہ ہو اِن ذرّات کی کمیتِ مادہ ہر حال میں یکساں ہوتی ہے۔

رانجنی شعاعیں

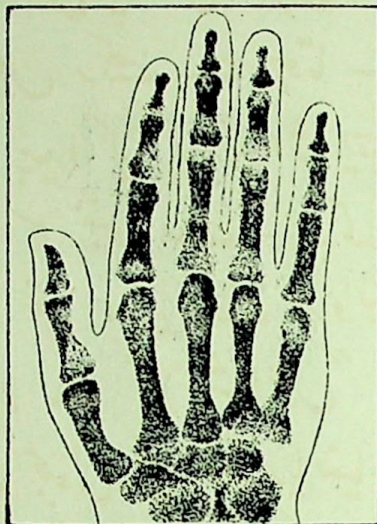
پروفیسر رانجن[له] ——— جب ۱۸۹۵ء میں زیر برقیرہ کی شعاعوں کے پیدا کئے ہوئے واقعات کی تحقیقات کر رہا تھا تو اُس نے دیکھا کہ

له Prof: Rontgen

عکّاسی (فوٹو گرافی) کی ایک ڈھکی ہوئی تختی جو اتفاقاً آلہ کے قریب پڑی تھی اُس پر اُسی طرح اثر ہو گیا ہے جیسا کہ معمولی روشنی میں رکھنے سے ہوتا ہے ۔ اِس واقعہ سے اُس نے یہ نتیجہ پیدا کیا کہ یہ اثر یقیناً اِشعاع ہی کی کسی مجہول شکل کا نتیجہ ہے ۔ چونکہ اِس اِشعاع کی نوعیت معلوم نہ تھی اِس لئے پروفیسر مذکور نے اِس قسم کی شعاعوں کا نام "لا شعاعیں" رکھا۔ کیونکہ اِن شعاعوں کی نوعیت مجہول تھی اور ریاضیات میں مجہولات کو بیشتر لا ہی سے تعبیر کیا جاتا ہے ۔

یہ شعاعیں زیر برقیرہ کی شعاعوں سے، اِس اعتبار سے، مختلف ہیں کہ یہ بہت سی ٹھوس چیزوں میں سے گزر جاتی ہیں اور اُن میں مقابلۃً بہت کم جذب ہوتی ہیں۔ اِس میں شک نہیں کہ دھاتیں اور بھاری دھاتوں کے مرکبات (مثلاً سیسے کا شیشہ) اِن شعاعوں کے لئے غیر شفّاف ہیں۔ لیکن ادھاتی چیزیں اِن کے لئے بخوبی شفّاف ہیں۔

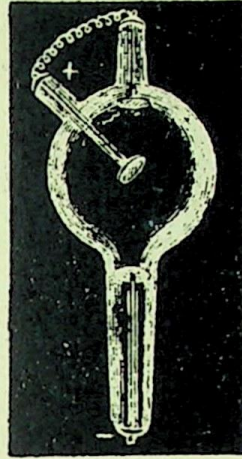
یہ بات بھی رانٹجن کے مُشاہدہ میں آئی کہ ہاتھ کا گوشت بھی اِن شعاعوں کے لئے شفّاف ہے۔ اور ہڈیوں کے مقابلہ میں زیادہ شفّاف ہے ۔ اِس لئے اگر ہاتھ عکّاسی (فوٹو گرافی) کی تختی پر رکھا ہو اور تختی کو معمولی روشنی سے حسبِ ضرورت محفوظ کر لیا گیا ہو تو ہاتھ میں سے جب یہ شعاعیں گزرتی ہیں تو

تختی پر ہاتھ کا "منفی" عکس (فوٹو) بن جاتا ہے جس

شکل ۹۸

انسانی ہاتھ کا فوٹو رانجنی شعاعوں سے

میں ہڈیوں کی مفصل کیفیت (شکل ۹۸) نمایاں ہوتی ہے۔

شکل ۹۹ میں نلی کا وہ نمونہ دکھایا گیا ہے جو لا شعاعیں پیدا کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں زیر برقیرہ، آلومینیئم (Aluminium) کے مقعر قرص پر مشتمل ہے۔ اور زبر برقیرہ پلاٹینم (Platinum) کے موٹے ورق کا ایک گول ٹکڑا ہے جو زیر برقیرہ کے مرکزِ انحنا پر رکھا ہوتا ہے اور زیر برقیرہ کے محور پر

۵۴° کا میلان رکھتا ہے - جب اِس نلی میں سے برقی اُبھرن گزرتی ہے تو زیر برقیرہ کی شعاعیں زبر برقیرہ کی

شکل ۹۹

رانٹجنی شُعاعوں کی نلی

سطح پر ایک نقطہ کے اُوپر مُرتکز ہو جاتی ہیں - اور جس مقام پر یہ تصادم واقع ہوتا ہے وہ مقام X شعاعوں کا مبدأ بن جاتا ہے -

دسویں فصل کی مشقیں

۱- برقی مقناطیسی اِمالہ کے سادہ کُلیات بیان کرو- اور اُن کی تشریح کے لئے سادہ سادہ تجربے بھی لکھو-

۲- ایک طاقتور سلاخی مقناطیس کو ہم تانبے کے حلقہ میں سے گزارتے ہیں اور پھر جلدی سے باہر نکال لیتے ہیں۔ چند بار اسی عمل کا اعادہ کرنے کے بعد حلقہ کو دیکھتے ہیں تو معلوم ہوتا ہے کہ وہ گرم ہو گیا ہے حالانکہ مقناطیس اور حلقہ کو ایک دُوسرے کے ساتھ رگڑ کھانے کا موقع نہیں ملا۔ تمہاری رائے میں اس واقعہ کی کیا توجیہ ہونی چاہیئے؟

۳- ایک تار میں برقی رَو چل رہی ہے۔ اس تار کو تم مورچہ سے جُدا نہیں کر سکتے۔ تمہیں ایک اَور تار دے دیا گیا ہے۔ اس تار میں بھی برقی رَو جاری ہے۔ اس دُوسرے تار کو حرکت دے کر پہلے تار کی رَو کو عارضی طور پر بند کر دینا یا کمزور کر دینا منظور ہے۔ مفصل بیان کرو کہ یہ مقصد تم کس طرح حاصل کرو گے۔

۴- تانبے کے محفوظ تار کی ایک پیچک میز پر اُفقی وضع میں رکھی ہے۔ اس پیچک پر ہم ایک سلاخی مقناطیس اس طرح انتصاباً گراتے ہیں کہ وہ اس کے اندر سے گزرتا ہے۔ کیا اس صورت میں کوئی برقی اثر پیدا ہو سکتا ہے؟ اگر پیدا ہو سکتا ہے تو اس اثر کی نوعیت کیا ہوگی؟

۵- اس قسم کے تجربے بیان کرو جن سے یہ ثابت ہو کہ مقناطیس کو حرکت دینے سے جو رَو پیدا ہوتی ہے وہ اس حرکت کو روک دینا چاہتی ہے۔ اور رَو کے مقناطیسی عمل سے جو حرکت پیدا ہوتی ہے وہ رَو کو روک دینے کا تقاضا کرتی ہے۔

۶- فرض کرو کہ جس کاغذ پر تم لکھ رہے ہو اُس کے عین نیچے مقناطیسی شمال نما قطب رکھا ہے اور جنوب نما قطب دُور ہے۔ یہ بھی فرض کر لو کہ کاغذ کے اُوپر ایک تانبے کا حلقہ اُفقی وضع میں رکھا ہے۔ اور اِس حلقہ کو ہم کاغذ کے وسط پر بائیں ہاتھ سے دائیں ہاتھ کی طرف حرکت دیتے ہیں۔ حلقہ کی حرکت کے مختلف مقامات پر اِس قسم کے نقشے بناؤ کہ اُن سے اِمالی رَوؤں کی سِمتیں معلوم ہوسکیں۔ اِن نقشوں کی تشریح بھی کرو۔

۷- ایک مقناطیس کے شمال نما قطب پر تار کا چکّر لپیٹ دیا گیا ہے۔ اِس قطب کو ہم لوہے کے ٹکڑے کی طرف کرتے ہیں تو وہ لوہے کے ٹکڑے کو کھینچ لیتا ہے۔ مفصل بیان کرو کہ اِس چکّر میں اِمالی رَو کی سمت کیا ہے۔

وہ توانائی جو اِس رَو میں حرارت کی شکل میں ظاہر ہوئی ہے وہ غائب کس شکل میں ہوئی تھی؟

۸- محفوظ تار کے دو چکّر' میز پر اِس طرح رکھے ہیں کہ ایک چکّر دُوسرے چکّر کے اندر ہے۔ بیرونی چکّر ایک مقناطیسی برق پیما کے ساتھ مسلسل ترتیب میں جوڑ دیا گیا ہے اور اندرونی چکّر ایک ایسے مورچہ سے جُڑا ہوا ہے جس کی مزاحمت ناقابلِ لحاظ ہے۔ اگر اندرونی چکّر میں' رَو جاری کی جائے' پھر کچھ دیر تک قائم رکھی جائے' اور اِس کے بعد روک دی جائے تو اِن تینوں صورتوں میں مقناطیسی برق پیما کے واردات کیا

ہونگے ؟

کیا مندرجہ ذیل صورتوں کے بعد، یہی تجربہ کرنے پر، مقناطیسی برق پیما کے واردات کچھ مختلف ہونگے ؟ اگر مختلف ہونگے تو اختلاف کے وجوہ بیان کرو :—

(ا) اندرونی چکّر کے دائروں کی تعداد گھٹا دی گئی ہے۔

(ب) اندرونی چکّر سیدھا کھڑا کر دیا گیا ہے۔

۹۔ ایک لوہے کی کیل کے مرکز پر باریک محفوظ تار کے چند دائرے لپیٹ کر اِس تار کے سِرے مقناطیسی برق پیما سے جوڑ دیئے گئے ہیں۔ مفصل اور موجّہ بیان کرو کہ ذیل کی صورتوں میں مقناطیسی برق پیما پر کیا اثر ہونگے :—

(ا) کیل کو ایک گُھڑ نعلی مقناطیس کے قطبوں کے سامنے رکھ کر آہستہ آہستہ یا جلد جلد ایک طرف سے دُوسری طرف لے جاتے ہیں۔

(ب) اِس کیل کو گُھڑ نعلی مقناطیس کے سامنے سے آہستہ آہستہ یا جلد جلد پرے ہٹا لیتے ہیں۔

۱۰۔ لَینز کا کُلیہ بیان کرو۔ اور اِس کی توضیح کے لئے ایک سادہ تجربہ لکھو۔

۱۱۔ ترمکاثرف کے چکّر کی تشریح کرو۔ اور شکل بنا کر اِس کے ضروری اجزاء دکھاؤ۔

۱۲- تھوڑی سی ق م ب کی پیدا کی ہوئی رو سے بڑی سی ق م ب حاصل کرنے کا قاعدہ بیان کرو۔

تار کا شاہی معیاری پیمانہ

اصطلاحی نمبر	قطر		تراشِ عمودی کا رقبہ	
	اِنچ	سنٹی میٹر	مربع اِنچ	مربع سنٹی میٹر
١٤	٠٫٠٨٠	٠٫٢٠٣	٠٫٠٠٥٠	٠٫٠٣٢٤
١٦	٠٫٠٦٤	٠٫١٦٢	٠٫٠٠٣٢	٠٫٠٢٠٦
١٨	٠٫٠٤٨	٠٫١٢١	٠٫٠٠١٨	٠٫٠١١٦
٢٠	٠٫٠٣٦	٠٫٠٩١	٠٫٠٠١٠	٠٫٠٠٦٥
٢٢	٠٫٠٢٨	٠٫٠٧١	٠٫٠٠٠٦	٠٫٠٠٣٩
٢٤	٠٫٠٢٢	٠٫٠٥٥	٠٫٠٠٠٤	٠٫٠٠٢٤
٢٦	٠٫٠١٨	٠٫٠٤٥	٠٫٠٠٠٢٥	٠٫٠٠١٦
٢٧	٠٫٠١٦	٠٫٠٤١	٠٫٠٠٠٢١	٠٫٠٠١١٣
٢٨	٠٫٠١٥	٠٫٠٣٧	٠٫٠٠٠١٧	٠٫٠٠١١١
٣٠	٠٫٠١٢	٠٫٠٣١	٠٫٠٠٠١٢	٠٫٠٠٠٧٨
٣٢	٠٫٠١١	٠٫٠٢٧	٠٫٠٠٠٠٩	٠٫٠٠٠٥٩
٣٤	٠٫٠٠٩	٠٫٠٢٣	٠٫٠٠٠٠٧	٠٫٠٠٠٤٣
٣٦	٠٫٠٠٨	٠٫٠١٩	٠٫٠٠٠٠٤	٠٫٠٠٠٢٩
٣٨	٠٫٠٠٦	٠٫٠١٥	٠٫٠٠٠٠٣	٠٫٠٠٠١٨
٤٠	٠٫٠٠٥	٠٫٠١٢	٠٫٠٠٠٠٢	٠٫٠٠٠١٢

برقی کیمیائی مُعادِل

عنصر	وزنِ جوہر (۱۶ = O)	کیمیائی مُعادِل	برقی کیمیائی مُعادِل (گرام فی کولم)
الومنیم Aluminium	۲۷٫۱	۸٫۹۶	۰٫۰۰۰۰۹۳۵
تانبا	۶۳٫۶	۳۱٫۵۴	۰٫۰۰۰۳۲۹۳
سونا	۱۹۷٫۲	۶۵٫۲۱	۰٫۰۰۰۶۸۰۹
ہائیڈروجن Hydrogen	۱٫۰۰۸	(۱)	۰٫۰۰۰۰۱۰۴
آکسیجن Oxygen	۱۶٫۰۰	۷٫۹۳۵	۰٫۰۰۰۰۸۲۸
نکل Nickel	۵۸٫۷	۲۹٫۱۲	۰٫۰۰۰۳۰۴۰
چاندی	۱۰۷٫۹۳	۱۰۷٫۷۳	۰٫۰۰۱۱۱۸۰
جست	۶۵٫۴	۳۲٫۴۵	۰٫۰۰۰۳۳۸۷

وولٹائی خانوں کی قوت محرکۂ برق

خانہ کا نام	منفی قطب کے لئے محلول	مثبت قطب کے لئے محلول	ق م ب وولٹوں میں
بنسنی (۱)	۱ حصہ H_2SO_4 ۱۲ حصہ پانی	دُخان دار HNO_3	۱٫۹۴
” (۲)	”	HNO_3 (کثافت = ۱٫۳۸)	۱٫۸۶
ڈائی کرومیٹ والا Dichromate	۱۲ حصہ $K_2Cr_2O_7$ ۲۵ حصہ H_2SO_4 اور ۱۰۰ حصہ H_2O	۱ حصہ	۲٫۰۰
دانیالی (۱)	۱ حصہ H_2SO_4 ۴ حصہ H_2O	$CuSO_4 5H_2O$ کا سیر شدہ محلول	۱٫۰۶
” (۲)	۱ حصہ H_2SO_4 ۱۲ حصہ H_2O	”	۱٫۰۹
گرووی	۱ حصہ H_2SO_4 ۱۲ حصہ H_2O	دُخان دار HNO_3	۱٫۹۳
لیکلانشوی	نوشادر	—	۱٫۴۶

دھاتوں اور بھرتوں کی نوعی مزاحمت

شے	نوعی مزاحمت ۰°م پر (اوہم کے دس لاکھویں حصوں میں)	تپش کی شرح
عناصر —		
چاندی (کمائی ہوئی)	۱٫۵ - ۱٫۷	۰٫۰۰۳۸
تانبا (کمایا ہوا)	۱٫۵۸ - ۲٫۲۰	۰٫۰۰۴۳
ٹنگسٹن (Tungsten)	۵٫۰	۰٫۰۰۵۱
لوہا (نرم تار)	۹٫۷ - ۱۲٫۰	۰٫۰۰۵۸
پلاٹینم (Platinum)	۹٫۰ - ۱۵٫۰	۰٫۰۰۳۴
پارا	۹۴٫۱	۰٫۰۰۰۸
بھرتیں —		
جرمن سلور { تانبا ۵۰٪، جست ۳۰ ″، نکل ۲۰ ″ }	۲۰ - ۳۶	۰٫۰۰۰۴
فاسفر (Phosphor) پیتل	۸٫۳۸	۰٫۰۰۰۷
پلاٹینوئڈ (Platinoid)	۴۳٫۶۰	۰٫۰۰۰۲۵

شے	نوعی مزاحمت ۰ْ م پر (اوہم کے دس لاکھویں حصوں میں)	تپش کی شرح
منگانین (Manganin) { تانبا ۸۴ % ، مینگانیز ۱۲ " ، نکل ۴ " }	۴۲٫۲۸	۰٫۰۰۰۰۲
کانسٹنٹن یا یوریکا (Canstantan or Eureka)	۴۸٫۰	±۰٫۰۰۰۰۱
ادھات —		
کاربن Carbon (برقی لیمپ کا سوت)	۱۰^۶ × ۴۰٫۰	−۰٫۰۰۰۳

مثلثی نسبتیں

زاویہ درجوں میں	جیب	مماس	مماس التمام	جیب التمام	
°۰	۰	۰	∞	۱	°۹۰
۱	۰٫۰۱۷۵	۰٫۰۱۷۵	۵۷٫۲۹۰۰	۰٫۹۹۹۸	۸۹
۲	۰٫۰۳۴۹	۰٫۰۳۴۹	۲۸٫۶۳۶۳	۰٫۹۹۹۴	۸۸
۳	۰٫۰۵۲۳	۰٫۰۵۲۴	۱۹٫۰۸۱۱	۰٫۹۹۸۶	۸۷
۴	۰٫۰۶۹۸	۰٫۰۶۹۹	۱۴٫۳۰۰۷	۰٫۹۹۷۶	۸۶
۵	۰٫۰۸۷۲	۰٫۰۸۷۵	۱۱٫۴۳۰۱	۰٫۹۹۶۲	۸۵
۶	۰٫۱۰۴۵	۰٫۱۰۵۱	۹٫۵۱۴۴	۰٫۹۹۴۵	۸۴
۷	۰٫۱۲۱۹	۰٫۱۲۲۸	۸٫۱۴۴۳	۰٫۹۹۲۵	۸۳
۸	۰٫۱۳۹۲	۰٫۱۴۰۵	۷٫۱۱۵۴	۰٫۹۹۰۳	۸۲
۹	۰٫۱۵۶۴	۰٫۱۵۸۴	۶٫۳۱۳۸	۰٫۹۸۷۷	۸۱
۱۰	۰٫۱۷۳۶	۰٫۱۷۶۳	۵٫۶۷۱۳	۰٫۹۸۴۸	۸۰
۱۱	۰٫۱۹۰۸	۰٫۱۹۴۴	۵٫۱۴۴۶	۰٫۹۸۱۶	۷۹
۱۲	۰٫۲۰۷۹	۰٫۲۱۲۶	۴٫۷۰۴۶	۰٫۹۷۸۱	۷۸
۱۳	۰٫۲۲۵۰	۰٫۲۳۰۹	۴٫۳۳۱۵	۰٫۹۷۴۴	۷۷
	جیب التمام	مماس التمام	مماس	جیب	زاویہ درجوں میں

زاویہ درجوں میں	جیب	مماس	مماس التمام	جیب التمام	
۱۴	۰٫۲۴۱۹	۰٫۲۴۹۳	۴٫۰۱۰۸	۰٫۹۷۰۳	۷۶
۱۵	۰٫۲۵۸۸	۰٫۲۶۷۹	۳٫۷۳۲۱	۰٫۹۶۵۹	۷۵
۱۶	۰٫۲۷۵۶	۰٫۲۸۶۷	۳٫۴۸۷۴	۰٫۹۶۱۳	۷۴
۱۷	۰٫۲۹۲۴	۰٫۳۰۵۷	۳٫۲۷۰۹	۰٫۹۵۶۳	۷۳
۱۸	۰٫۳۰۹۰	۰٫۳۲۴۹	۳٫۰۷۷۷	۰٫۹۵۱۱	۷۲
۱۹	۰٫۳۲۵۶	۰٫۳۴۴۳	۲٫۹۰۴۲	۰٫۹۴۵۵	۷۱
۲۰	۰٫۳۴۲۰	۰٫۳۶۴۰	۲٫۷۴۷۵	۰٫۹۳۹۷	۷۰
۲۱	۰٫۳۵۸۴	۰٫۳۸۳۹	۲٫۶۰۵۱	۰٫۹۳۳۶	۶۹
۲۲	۰٫۳۷۴۶	۰٫۴۰۴۰	۲٫۴۷۵۱	۰٫۹۲۷۲	۶۸
۲۳	۰٫۳۹۰۷	۰٫۴۲۴۵	۲٫۳۵۵۹	۰٫۹۲۰۵	۶۷
۲۴	۰٫۴۰۶۷	۰٫۴۴۵۲	۲٫۲۴۶۰	۰٫۹۱۳۵	۶۶
۲۵	۰٫۴۲۲۶	۰٫۴۶۶۳	۲٫۱۴۴۵	۰٫۹۰۶۳	۶۵
۲۶	۰٫۴۳۸۴	۰٫۴۸۷۷	۲٫۰۵۰۳	۰٫۸۹۸۸	۶۴
۲۷	۰٫۴۵۴۰	۰٫۵۰۹۵	۱٫۹۶۲۶	۰٫۸۹۱۰	۶۳
۲۸	۰٫۴۶۹۵	۰٫۵۳۱۷	۱٫۸۸۰۷	۰٫۸۸۲۹	۶۲
۲۹	۰٫۴۸۴۸	۰٫۵۵۴۳	۱٫۸۰۴	۰٫۸۷۴۶	۶۱
۳۰	۰٫۵۰۰۰	۰٫۵۷۷۴	۱٫۷۳۲۱	۰٫۸۶۶۰	۶۰
	جیب التمام	مماس التمام	مماس	جیب	زاویہ درجوں میں

زاویہ درجوں میں	جیب	مماس	مماس التمام	جیب التمام	
۳۱	۰٫۵۱۵۰	۰٫۶۰۰۹	۱٫۶۶۴۳	۰٫۸۵۷۲	۵۹
۳۲	۰٫۵۲۹۹	۰٫۶۲۴۹	۱٫۶۰۰۳	۰٫۸۴۸۰	۵۸
۳۳	۰٫۵۴۴۶	۰٫۶۴۹۴	۱٫۵۳۹۹	۰٫۸۳۸۷	۵۷
۳۴	۰٫۵۵۹۲	۰٫۶۷۴۵	۱٫۴۸۲۶	۰٫۸۲۹۰	۵۶
۳۵	۰٫۵۷۳۶	۰٫۷۰۰۲	۱٫۴۲۸۱	۰٫۸۱۹۲	۵۵
۳۶	۰٫۵۸۷۸	۰٫۷۲۶۵	۱٫۳۷۶۴	۰٫۸۰۹۰	۵۴
۳۷	۰٫۶۰۱۸	۰٫۷۵۳۶	۱٫۳۲۷۰	۰٫۷۹۸۶	۵۳
۳۸	۰٫۶۱۵۷	۰٫۷۸۱۳	۱٫۲۷۹۹	۰٫۷۸۸۰	۵۲
۳۹	۰٫۶۲۹۳	۰٫۸۰۹۸	۱٫۲۳۴۹	۰٫۷۷۷۱	۵۱
۴۰	۰٫۶۴۲۸	۰٫۸۳۹۱	۱٫۱۹۱۸	۰٫۷۶۶۰	۵۰
۴۱	۰٫۶۵۶۱	۰٫۸۶۹۳	۱٫۱۵۰۴	۰٫۷۵۴۷	۴۹
۴۲	۰٫۶۶۹۱	۰٫۹۰۰۴	۱٫۱۱۰۶	۰٫۷۴۳۱	۴۸
۴۳	۰٫۶۸۲۰	۰٫۹۳۲۵	۱٫۰۷۲۴	۰٫۷۳۱۴	۴۷
۴۴	۰٫۶۹۴۷	۰٫۹۶۵۷	۱٫۰۳۵۵	۰٫۷۱۹۳	۴۶
۴۵	۰٫۷۰۷۱	۱٫۰۰۰۰	۱٫۰۰۰۰	۰٫۷۰۷۱	۴۵
	جیب التمام	مماس التمام	مماس	جیب	زاویہ درجوں میں

جوابات

برق

چھٹی فصل صفحہ (۱۹۸)

۹- ۰٫۱۵۳

۱۰- ۰٫۰۸۹ اَمپیری

۱۱- ۳ : ۱

۱۲- ۰٫۱۰۰۵ اِکائی

۱۳- ۰٫۰۶۹ مطلق اِکائی- ۱۰٫۶۹ اَمپیری

۱۵- ۴٫۷۷۵ اَمپیری

۱۶- جس کا چکّر چھوٹا ہے اُس میں اِنصراف زیادہ ہوگا- ۳۰°

۱۷- ۴۹۶

.(•٭•).

ساتویں فصل صفحہ (۲۵۵)

۵- ۲۰۰ اوہم

۸- ۸ : ۱۰

۱۱- ۹ اوہم اور ۶ اوہم

۱۲- ۸۲۰ اوہم

۱۳- ۰٫۵۲ امپیری

۱۵- ۰٫۶۱۵ وولٹ

۱۶- (۱) متوازی ترتیب میں۔ ۱۳٫۳۴ امپیری اور ۱٫۳۴ وولٹ۔ ۱٫۹۰ امپیری اور ۱٫۹۰ وولٹ۔

(۲) مسلسل ترتیب میں۔ ۸٫۸۹ امپیری اور ۰٫۸۸۹ وولٹ۔ ۴٫۴۵ امپیری اور ۴٫۴۵ وولٹ۔

۱۷- ۲٫۰ اوہم۔ ۱٫۰ اوہم

۱۸- $\frac{1}{3}$ اوہم

۱۹- ۱٫۳۶ : ۱

۲۰- ۰٫۳۴ امپیری سے گھٹ کر ۰٫۲۵ امپیری ہو جائیگی۔

۲۱- ۱ اوہم۔ ۱ : ۱٫۱۹

۲۲- (۱) ۱۶ امپیری

(۲) ۲۰ امپیری

(۳) ۱۶ امپیری

۲۳- ۹ اوہم

۲۴- ۰٫۲۳۴ امپیری۔ ۰٫۱۷۶ امپیری۔ ۰٫۰۵۸ امپیری

۲۵- ۱/۳ وولٹ

۲۶- ۵۸

۲۷- ۶٫۸ × $۱۰^{-۸}$ اَمپیری

۲۸- ۱٫۶۲۲ × $۱۰^{-۶}$ اوہم

۲۹- ۹۴٫۰۷ × $۱۰^{-۶}$ اوہم

۳۰- ۲۴۰

۳۱- ۵۹

آٹھویں فصل صفحہ (۲۸۸)

۱۱- ۰٫۰۰۱ گرام فی کولم

۱۲- ۰٫۳۳۵۴ گرام ۔ ۵۰َ ۳۷ً

۱۳- ۱۲اَ ۲۲ً

۱۴- ۰٫۷۹۶

۱۵- ۰٫۰۰۹۵ رم

۱۶- ۰٫۵۰۵ اَمپیری

۱۷- ۳۱٫۴ گھنٹے

۱۸- ۰٫۴۲۷ اَمپیری

نویں فصل صفحہ (۳۲۲)

۴- حرارت کی مساوی مقداریں۔

۶- حرارت کی شرحِ پیدائش دو چند۔

۷- کمتر مزاحمت میں حرارت کی پیدائش فی ثانیہ دو چند۔

۸- دونوں میں ۵، ۷ فی صدی کمی ہو جائیگی۔

۹- طولِ مذکور کا نصف۔

۱۰- $\frac{1}{3}$ اَمپیری، $\frac{1}{4}$ اَمپیری،
۴ : ۳، ۸۵ء۲ وولٹ

۱۱- ۱ : ۱۴۱۴ء۱

۱۲- ۹۰ گرام

۱۳- ۲۸ء۶۷°م

۱۴- ۹۱۶۵ء۰ اَمپیری

۱۵- ۶۶ء۱ امپیری - ۶۶ء۲

فہرست اصطلاحات

انگریزی	اُردو

A

Abnormal	غیر معمولی
Absolute	مطلق
Accumulation	اجتماع
Accumulator	جامع خانہ ۔ ذخیرہ
Acid	تُرشہ
Action	عمل

انگریزی	اُردو
Air-oven	ہوائی تنور
Alloy	بھرت
Alternating-current dynamo or alternator	متبادل ڈینیمو
Amalgam	ملغم
Amalgamation	تلغیم
Amber	کہربا
Ampere's rule	ایمپیری کا قاعدہ
Angle	زاویہ
Anion	زبرروان
Anode	زبربرقیرہ
Antimony	سُرمہ
Arc	قوس
Armature	ناظر
Assumption	فرضیہ
Astatic	اچل
Atomic weight	وزنِ جوہر
Attraction	کشش - جذب
Auxiliary	معاوِن
Average	اوسط

انگریزی	اُردو
Axis	محور

B

Bar-magnet	سلاخی مقناطیس
Barometer	بار پیما
Battery	مورچہ
Binding-screw	پیچ بند
Blasting fuse	بارود اُڑانے کا گدازندہ
Bulb	جَوفہ
Brush	بُرش
Bunsen burner	بنسنی مشعل
Bunsen cell	بنسنی خانہ
Butterfly net	تیتری جال

C

Calorie	حرارہ
Calorimeter	حرارہ پیما
Candle-power	بتّی طاقت

اُردو	انگریزی
قابلیت	Capacity
حامِل	Carrier
تانت	Catgut
کاوی قلی	Caustic alkali
کاوی پوٹاش	Caustic potash
کاوی سوڈا	Caustic soda
خانہ	Cell
خانے متوازی ترتیب میں	Cells in parallel
خانے مسلسل ترتیب میں	Cells in series
مرکز	Centre
بھرن	Charge
کیمیائی	Chemical
کیمیائی عمل	Chemical action
کیمیائی جوہر	Chemical atom
کیمیائی تغیر	Chemical change
کیمیائی ملاپ	Chemical combination
کیمیائی اثر	Chemical effect
کیمیائی مُعادِل	Chemical equivalent
کیمیائی نمک	Chemical salt
دور	Circuit

اُردو	انگریزی
مدّور رَو	Circular current
مدّور پیمانہ	Circular scale
محیط	Circumference
شکنجہ	Clamp
چکّر	Coil
جامع کنگھا	Collecting-comb
تجارتی جست	Commercial zinc
مقلِّب	Commutator
کمپاس	Compass
مقعّر آئینہ	Concave mirror
مُرتکز محلول	Concentrated solution
متحد المرکز	Concentric
تکاثف	Condensation
مکثفہ	Condenser
مُوصِل جسم	Conducting body
مُوصِلیت	Conductivity
مُوصِل	Conductor
واصِل تار	Connecting wire
مسلسل ڈینمو	Continuous current dynamo
ضابط مقناطیس	Controlling magnet

اُردو	انگریزی
تانبا	Copper
قلب	Core
جسیمہ	Corpuscle
جیب التمام	Cosine
ماس التمام	Cotangent
کُولمب	Coulomb
جُفت	Couple
تراشِ عمودی	Cross-section
کُٹھالی	Crucible
قلم	Crystal
رَو	Current
اِنحناء	Curvature
مُنحنی	Curve
اُستوانہ	Cylinder

D

اُردو	انگریزی
دانیالی خانہ	Daniell cell
تجزیہ۔ تحلیل	Decomposition
اِنصراف	Deflection

انگریزی	اُردو
Depolariser	دافعِ تقطیب
Diagram	شکل
Diaphragm	جھلّی
Dielectric	برق گزار
Difference	اختلاف
Diluted	ہلکایا ہؤا
Dimensions	ابعاد
Direct	سیدھا
Direction	سمت
Disc	قُرص
Discharging tongs	مُخرج
Distilled water	کشید کیا ہؤا پانی
Divergence (of leaves)	اِنفراج
Divided circuit	منقسم دَور
Dry cell	خشک خانہ
Dutch-metal	ڈچ دھات
Dynamo	ڈینیمو
Dyne	ڈائین

E

انگریزی	اُردو
Ebonite	آبنوسہ
Electrical energy	برقی توانائی
Electric arc	برقی قوس
Electric bell	برقی گھنٹی
Electric circuit	برقی دَور
Electric current	برقی رَد
Electric field	برقی میدان
Electric forces	برقی قوتیں
Electric furnace	برقی بھٹی
Electric induction	امالۂ برقی
Electric potential	برقی قوّہ
Electrics	برقی اشیا
Electrification	برقاؤ
Electrified body	برقایا ہؤا جسم
Electrode	برقیرہ
Electrolysis	برق پاشیدگی
Electrolyte	برق پاشیدہ
Electro-magnet	برقی مقناطیس
Electro-magnetic induction	برقی مقناطیسی امالہ
Electro-metallurgy	دھاتوں کا برقی تصفیہ

انگریزی	اُردو
Electro-motive force, E. M. F.	قوت محرکۂ برق - ق م ب
Electron	برقیہ
Electron theory	برقیوں کا نظریہ
Electrophorus	برق بردار
Electro-plating	برقی ملمّع کاری
Electroscope	برق نما
Electro-typing	برقی طبع کاری
Element	عنصر
Emulsion	شیرہ
Equality	مساوات
Equation	مساوات
Equivalent	مساوی - مُعادِل
Erg	ارگ
Experiment	تجربہ

F

انگریزی	اُردو
Factor	جُز
Filament	سُوت
Filter paper	تقطیری کاغذ
Fire-clay	آتشی مٹی

اُردو	انگریزی
لچکدار کمانی	Flexible spring
تیرنے والا مورچہ	Floating battery
برق کا "بہاؤ"	Flow of electricity
ماسکہ	Focus
قوت	Force
مکوّن	Former
ضابطہ	Formula
تعدد	Frequency
رگڑ۔ فرک	Friction
فرکی برقی مشین	Frictional electrical machine
ابخرے	Fumes
قیف	Funnel
گدازندہ	Fuse

G

اُردو	انگریزی
مقناطیسی برق پیما	Galvanometer
مقناطیسی برق نما	Galvanoscope
دھوانسا	Gas-carbon
گیسی شعلہ	Gas-flame

انگریزی	اُردو
Gold-leaf electroscope	برق نما اوراقِ طلائی
Gold-plating	سُنہری ملمّع کاری
Good conductor	جیّد مُوصِل
Granulated carbon	تُکمہ دار کاربن
Graph	ترسیم
Gravitation	تجاذب
Grove's cell	گرووی خانہ

H

انگریزی	اُردو
Hank	پیچک
Hemisphere	نصف کُرہ
High potential	بلند قوّہ
Hollow	مجوّف
Horizontal	اُفقی
Horizontal intensity	اُفقی حِدّت
Horse-shoe magnet	گھڑ نعلی مقناطیس
Hydrostatics	سکونِ سیّالات
Hypothetical	مفروضہ

اُردو	انگریزی
I	
خیال	Image
اِمالی بھرن	Induced charge
اِمالی رَو	Induced current
اِمالہ	Induction
اِمالی مشین	Induction machine
مُمیل	Inductor
مسلسل	In series
محافظ اِستادہ	Insulting stand
محفوظ اُستوانہ	Insulated cylinder
محفوظ کُرہ	Insulated sphere
محفوظ تار	Insulated wire
محافظ	Insulator
حِدّت	Intensity
اندرونی مزاحمت	Internal resistance
معکوس	Inverse
رواں	Ion
ہُیچون	Iron filings

اُردو	انگریزی
J	
سَنگھم	Junction
K	
زیر برقیرہ	Kathode
زیر رواں	Kation
کُنجی	Key
لٹّو	Knob
L	
دارالتجربہ	Laboratory
کُلیہ	Law
عدسہ	Lens
بیرم	Lever
لیڈنی مرتباں	Leyden jar
مشابہ بھرنیں	Like charges

انگریزی	اُردو
Like pole	مشابہ قطب
Linear current	مستقیم رَو
Lines of force	خطوطِ قوت
Local action	مقامی عمل
Low potential	پست قوّہ

M

انگریزی	اُردو
Machine	مشین
Magnetic chain	مقناطیسی زنجیر
Magnetic effect	مقناطیسی اثر
Magnetic meridian	مقناطیسی نصف النہار
Magnetic pole	مقناطیسی قطب
Magnetism	مقناطیسیت
Magnetometer	مقناطیسیت پیما
Magnitude	مقدار - قدر
Mass	کمیتِ مادّہ
Measurement	اندازہ - پیمائش
Mechanical work	حِیَلی کام
Medium	واسطہ

اُردو	انگریزی
نقطۂ اماعت	Melting-point
نصف النہار	Meridian
دھاتی	Metallic
دھاتی سُوت	Metallic filament
میٹری پُل	Metre bridge
ابرک	Mica
خُردہ پیما پیچ	Micrometer screwgauge
آئینہ دار مقناطیسی برق پیما	Mirror galvanometer
آمیزہ	Mixture
سالمہ	Molecule
عارضی رَو	Momentary current
قوت کا معیارِ اثر	Moment of force
ضِعف	Multiple

N

اُردو	انگریزی
سُوئی	Needle
منفی بھرن	Negative charge
منفی برق	Negative electricity
منفی پترا	Negative plate

اُردو	انگریزی
منفی قوّہ	Negative potential
تعدیلی بُرش	Neutralising brush
تعدیلی نقطہ	Neutral point
غیر مُوصِل	Non-conductor
غیر برقی اشیاء	Non-electrics
طبعی	Normal
شمال نما قطب	North-seeking pole

O

اُردو	انگریزی
اُوہم	Ohm
یک سیّالی نظریہ	One-fluid theory
کُھلا دَور	Open circuit
متضاد بھرنیں	Opposite charges
متضاد قطبیت	Opposite polarity

P

اُردو	انگریزی
جوڑا	Pair
پیرافِینی کاغذ	Paraffin-paper

اُردو	انگریزی
پَیرافِینی موم	Paraffin-wax
اختلافِ منظر	Parallax
متنزہر	Phosphorescent
عکّاسی۔ فوٹوگرافی	Photography
نالچہ	Pipette
پِچ	Pitch
سرکنڈے کے گُودے کی گولی	Pith-ball
پَیرسی پلستر	Plaster of Paris
نمائندہ	Pointer
تقطیب	Polarisation
تقطیبی رَو	Polarisation current
قُطب	Pole
قُطبی پہلو	Pole face
قُطبی طاقت	Pole-strength
مسامدار	Porous
مُثبت بھرن	Positive charge
مُثبت برق	Positive electricity
مُثبت پترا	Positive plate
قُوّہ	Potential
توانائی بالقوّہ	Potential energy
قُوّہ پیما	Potentiometer

انگریزی	اُردو
Powder	سفوف
Power	طاقت
Practical	عملی
Primary	اصلی
Proof plane	چاشنی گیر
Proportion	تناسب
Pump	پمپ
Pure	خالص

Q

Qualitative	کیفی
Quantity	مقدار

R

Radiation	اِشعاع
Radius	نصف قطر
Rarefied gas	رقیق گیس
Rate	شرح
Reaction	تعامل

اُردو	انگریزی
قابلہ	Receiver
مستطیل نما چکّر	Rectangular coil
تحویل	Reduction
متمرّد	Refractory
ناظم	Regulator
اضافی	Relative
معاوِن	Relay
دفع ۔ تنافر ۔ تدافع	Repulsion
بیروزہ ۔ راتین	Resin
برقِ راتینی	Resinous electricity
مزاحمت	Resistance
حاصل	Resultant
سلاخ	Rod
رانجنی شعاعیں	Rontgen rays
گردش	Rotation
مالندہ	Rubber

S

اُردو	انگریزی
محافظ گدازندہ	Safety fuse

انگریزی	اُردو
Sand paper	ریگ مال
Sealing-wax	چپڑا لاکھ
Secondary battery	ثانوی مورچہ
Secondary cell	ثانوی خانہ
Secondary coil	ثانوی چکّر
Semi-fluid	نیم مایع
Sensibility	حسّاسیت
Sensitive	حسّاس
Simultaneous	ہمزاد
Sine	جیب
Size	جسامت
Soft iron	نرم لوہا
Solution	محلول
Sound	آواز
Sounder	مصوات
Spark	شرارہ
Specific	نوعی
Sphere	کُرہ
Spiral	مرغولہ
Spiral spring	مرغولہ دار کمانی
Standard type	معیاری نمونہ

اردو	انگریزی
نشاستہ	Starch
برقِ سکونی	Static electricity
سکونی امالہ	Static induction
مقیم	Stationary
جامع خانہ - ذخیرہ	Storage cell
فساد	Strain
طاقت	Strength
پٹّی - پتّرا	Strip
رکِب زواں (رکب مخفف کبریت)	Sulphion
گندک	Sulphur
سطحی کثافت	Surface-density
جرّاحی	Surgery
معلّق چکّر والا مقناطیسی برق پیما	Suspended coil galvanometer
معلّق مقناطیس	Suspended magnet
سوئچ	Switch
سوئچ تختہ	Switch board
علامت	Symbol

T

انگریزی	اُردو
Tangent	مماس
Tangent galvanometer	مماسی مقناطیسی برق پیما
Tangent law	کُلیۂ مماس
Telegraphy	تار برقی
Telephone	ٹیلیفون
Temperature	تپش
Tension	تناؤ
Terminal	سرا
Terminal screw	انتہائی پیچ
Test-charge	امتحانی بھرن
Theory	نظریہ
Thermal effect	حرارتی اثر
Thermo-couple	حرارتی جُفت
Thermo-electric current	حر برقی رَو
Thermopile	حر برقی انبار
Tinfoil	قلعی کا ورق
To electrify	برقانا
Torsion	مروڑ
Total	مجموعہ
Transmitter	مُرسِل

انگریزی	اُردو
Tripod	تپائی
Turn	چکّر
Two-fluid theory	دوسیّالی نظریہ
Type	نمونہ
Type-metal	ٹائیپ دھات

U

انگریزی	اُردو
Uncharged body	اَنبرقایا جسم
Uncharged cylinder	اَنبرقایا اُستوانہ
Unelectrified body	اَنبرقایا جسم
Uniform	ہموار
Uniformity	ہمواری
Unit	اِکائی
Unlike charges	غیر مشابہ بھرنیں

V

انگریزی	اُردو
Vacuum	خلاء
Valency	گرفت

اُردو	انگریزی
تغیر	Variation
وارنش	Varnish
انتصابی[ل]	Vertical
انتصابی[ل] نمائندہ	Vertical pointer
برقِ زجاجی	Vitreous electricity
طیران پذیر	Volatile
طیران	Volatilisation
وُولٹ	Volt
وُولٹائی مورچہ	Voltaic battery
وُولٹائی برق	Voltaic electricity
کیمیائی برق پیما	Voltameter
حجم	Volume
ولکنائیٹ	Vulcanite

ل۔ کمیٹی وضع اصطلاحات نے (Vertical) کا ترجمہ "انتصابی" ردّ کر کے اُس کی بجائے "عمودی" اختیار کیا تھا۔ اِس لئے اِس سے پہلے کی کتابوں میں "عمودی" کا لفظ استعمال کیا گیا ہے۔ اب کمیٹی نے پھر "انتصاب" کی طرف عود کیا ہے اور یہی قرینِ صحت بھی ہے۔ اساتذہ کو چاہیئے کہ جن کتابوں میں عمودی کی اصطلاح استعمال ہوئی ہے اُن میں تصحیح کریں۔ برکت علی

اردو	انگریزی
W	
آبی کیمیائی برق پیما	Water voltameter
موج	Wave
تار	Wire
چوبی نقش و نگار	Wood engravings
X	
لاشعاعیں	X-rays
Z	
صفر	Zero
جست	Zinc

غلط نامہ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱	۷	اس	اِس	۸۶	۱۴	موصل کے	مُوصل، کے
۳	۱۵	Vuloanite	Vulcanite	۹۲	۶	نانا	فانا
۵	۴	خنک	خشک	۹۹	۵	ذالا	والا
۳۰	۱۹	تفیتش	تفتیش	۱۰۲	۷	نہ	نہ
۳۱	حاشیہ بالائی	تفیتس	تفتیش	۱۱۰	۱۵	لئے۔	لئے،
۲۲	۲	چڑھَ	چڑھ	"	۲۱	جست	جست
۲۳	حاشیہ بالائی	درمیاں	درمیان	۱۱۱	۱۰	لئے	لئے،
۳۰	۱۲	برق	برق،	"	۱۱	میں	میں،
۳۶	شکل ۱۱ کے نیچے	گودلے	گودے	۱۱۲	۵	تار	تار
۶۶	۱۸	ہہ	یہ	"	۲۱	تخمیناً	تخمیناً
"	"	برتائے	برقائے	۱۱۳	حاشیہ بالائی	خلاف	اختلاف
۶۷	۳	طِلانی	طِلائی	۱۱۹	"	ائی کرومیٹ	ڈائی کرومیٹ
۶۷	۶	بُرے	بڑے	"	۱	صورت	صورت،
۷۶	۱۱	اُستوادہ	اُستوانہ	۱۲۰	۱۳	وافع تقطیب	دافعِ تقطیب

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۲۳	حاشیہ بالائی	دانیال	دانیالی	۱۹۲	۱۰	ن	ن۲
″	۱	پیچ	پیچ	۲۰۱	۱۵	تاروں	تاروں
۱۲۵	۶	Cerbon	Carbon	۲۰۹	۱۳و۱۴	مس	مس
۱۲۸	۱۵	شکل ۳۳	شکل ۳۲	۲۱۴	۱۹	ے	سے
۱۴۵	۱۲	جلاب	جذب	۲۱۵	۹	اں	اِس
۱۴۷	۱۰	بتاؤ	بناؤ	۲۳۶	۱	نسا)	(نسا)
۱۴۸	۱	مرنولہ	مرغولہ	۲۴۶	۷	زہول	زہوں
″	۳	مقناطبسی	مقناطیسی	۲۵۸	۱۴	۲	۳
″	۲۰	کاقی	کافی	۲۵۹	۱۳	دور	ڈور
۱۵۵	۲۱	سجھا	سمجھا	۲۶۳	۲۰	تانبے	تانبے
۱۵۸	۳	مونرلس	مورس	۲۶۶	۸	رستے	رستے
″	۱۹	ــ۰ملہ	۰-ملہ	″	۲۱	زبر برقیرہ	زیر برقیرہ
″	۲۱		۰۰-ملا	۲۷۱	۹	″	″
۱۶۱	حاشیہ بالائی	مستقم	مستقیم	″	۱۵	مقدارموجود	مقدارِ موجود
۱۶۳	۸	مستقم	مستقیم	۲۷۲	۱۰	رَد	رَو
۱۶۹	۱۰	سوی	سُوئی	۲۸۱	۳	مس	مس
۱۸۰	۱	رو	رَو	″	۷	مم	مس
۱۹۴	۳	ر	ر۲	″	۱۳	PbO,	PbO_2
″	۱۰	م	م	۲۸۲	۸	تسکل ۷۷	شکل ۷۸

صفحہ	سطر	غلط	صحیح	صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲۸۶	۳	(Ammonium sulphate)	(Nickel Ammonium sulphate)	۳۱۱	۱۳	مساوات	مساوات،
۲۸۷	۸	الومنیئم	الومینیئم	۳۱۹	حاشیہ بالائی	انبا	انبار
〃	۱۷	پٹینڈے	پینڈے	〃	۶	بر	پر
۳۰۴	۱۴	واٹ	واٹ،	۳۲۲	۷		Sulphuric
۳۰۶	۸	Tautalum	Tantalum	〃	۱۱	تغبر	تغیر
۳۰۷	۱	Tungstem	Tungsten	۳۲۳	۶	آنپیری	آمپیری
〃	۴	〃	〃	۳۵۹	۴		HNO_3
〃	۱۳	〃	〃	〃	۵		$K_2Cr_2O_7$
〃	۱۷	〃	〃	〃	۶		H_2O
〃	۱۹	〃	〃	۳۶۳	۱۷	۱٫۸۰۴	۱٫۸۰۴۰
۳۰۸	۱۴		Carbon	۳۶۵	۸	۱۰٫۶۹ ایمپیری	۰٫۶۹ ایمپیری
۳۱۰	۱۱	(Oxidisie)	(Oxidise)	۳۸۰	۹	Insulting	Insulating
				•	•	•	•